N° d'ordre : 27

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE BESANÇON

POUR OBTENIR

LE DIPLOME DE DOCTEUR DE 3° CYCLE SPÉCIALITÉ GÉOLOGIE APPLIQUÉE

PAR

Bruno ALABOUVETTE
Licencié ès-Sciences

THÈSE

ETUDE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE SAINT-LAURENT (Jura)

Soutenue le 24 Juin 1965, devant la Commission d'Examen

JURY : MM. **DREYFUSS,** Professeur — Président
THÉOBALD, Professeur — Examinateurs
THIEBAUT, Professeur — Examinateurs

N° d'ordre : 27

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE BESANÇON

POUR OBTENIR

LE DIPLOME DE DOCTEUR DE 3e CYCLE SPÉCIALITÉ GÉOLOGIE APPLIQUÉE

PAR

Bruno ALABOUVETTE

Licencié ès-Sciences

THÈSE

ETUDE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE SAINT-LAURENT (Jura)

Soutenue le Juin 1965, devant la Commission d'Examen

JURY : MM. **DREYFUSS,** Professeur — Président
THÉOBALD, Professeur — Examinateurs
THIEBAUT, Professeur — Examinateurs

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN

UNIVERSITE
DE
BESANCON

F A C U L T E D E S S C I E N C E S

(à la date du 3 février 1965)

Doyen Honoraire : M. GLANGEAUD
Professeurs Honoraires : MM. BAILLAUD R., DUFFIEUX, THIRY, TRILLAT, UEBERSFELD, VINCENSINI.
Maitre de Conférences Honoraire : M. GRANIER

DOYEN : M. JACQUEMAIN : Chimie Appliquée

ASSESSEUR : M. MESNAGE : Chronométrie

PROFESSEURS :

MM.	TRONCHET	: Botanique
	CHATELET	: Mathématiques
	PERROT	: Chimie Générale
	DREYFUSS	: Géologie - Minéralogie
	THEOBALD	: Paléontologie et géologie stratigraphique
	CROISOT	: Méthodes mathématiques de la Physique
	QUANTIN	: Botanique
	NAHON	: Mécanique Générale
	CHALEAT	: Mécanique Appliquée
	BERNARD	: Chimie - Physique
	RIPPLINGER	: Physiologie Animale
	RIGAL	: Calcul Numérique
	VIENOT	: Physique
Mme	ROZIS	: Physique
MM.	THIEBAUT	: Géologie - Minéralogie
	GOMOT	: Zoologie
	PLUVINAGE	: Physique Théorique
	ARBEY	: Astronomie

PROFESSEUR ASSOCIE :

M.	DEFIX	: Mécanique Appliquée

PROFESSEURS SANS CHAIRE :

MM.	POTIER	: Physique des Solides
	DEVIN	: Chimie Générale
	MOTCHANE	: Electronique

MAITRES DE CONFERENCES :

MM.	VALLEE	: Mathématiques Appliquées
	REAL	: Zoologie
	GOUARNE	: Mathématiques
Mle	LEGRAND	: Botanique
MM.	CERUTTI	: Chimie Appliquée
	REMOND	: Chargé d'enseignement de la maitrise de Conférences de Chronométrie.
	BONNEAU	: Chargé d'enseignement de la maitrise de Conférences d'Astronomie
	GUERIN	: Chargé d'enseignement de la maitrise de Conférences de Mathématiques

CONSEILLER ADMINISTRATIF UNIVERSITAIRE : M. LAMBERT

"A MON PERE"

Digitized by the Internet Archive
in 2026

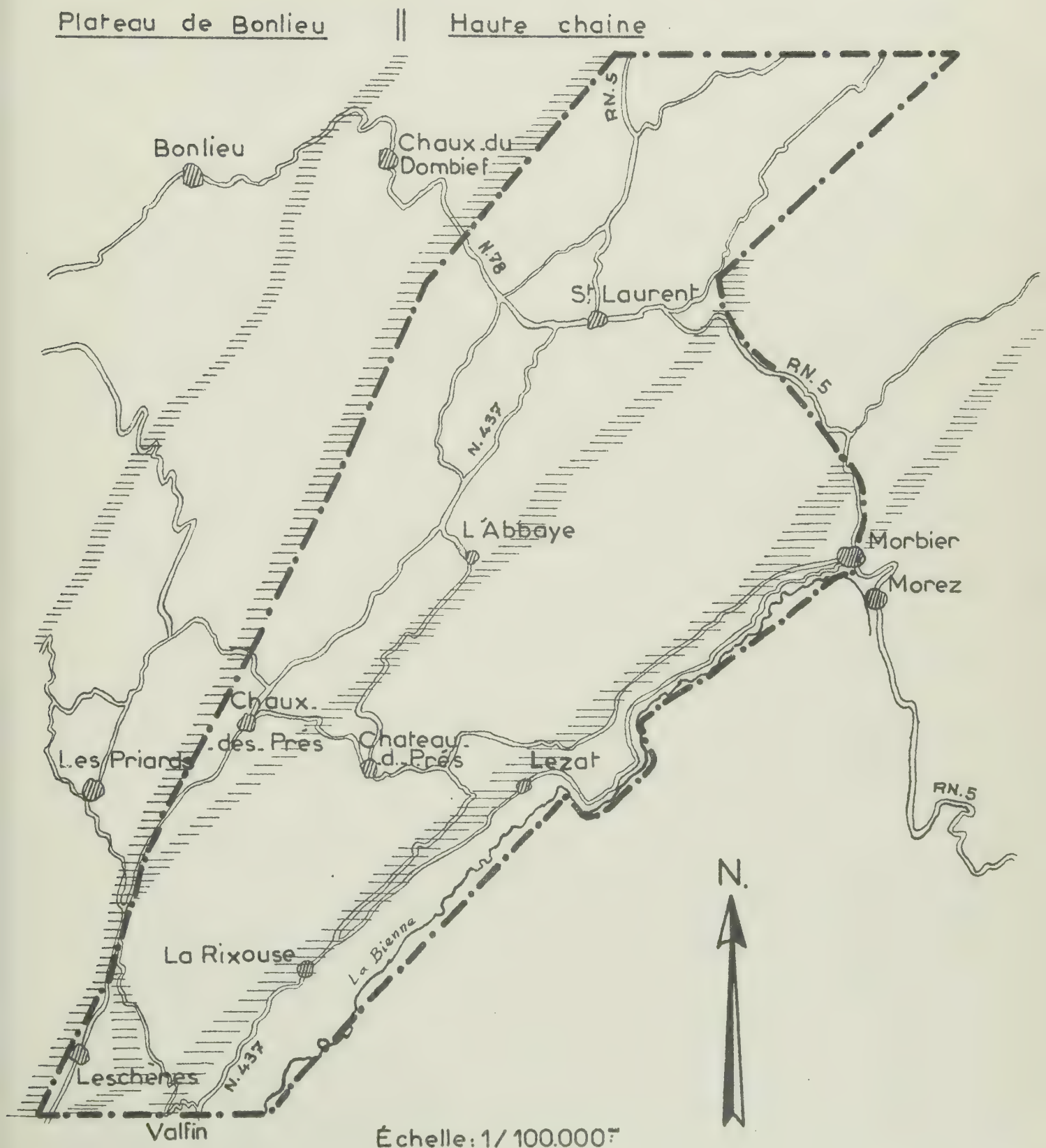
https://archive.org/details/IA41547626_0014

Je remercie Monsieur le Professeur DREYFUSS qui m'a confié cette étude et m'a guidé dans sa réalisation.

Je remercie également Messieurs les Professeur THEOBALD et THIEBAUT qui m'ont prodigué leur enseignement et ont bien voulu faire partie de ce Jury.

Mes remerciements vont enfin à tout le personnel de ce Laboratoire et en particulier à Madame ROLLET, Monsieur RANGHEARD, Mademoiselle CHARNAY, Messieurs TRUCHE et PEGUENET qui ont participé à la réalisation de ce travail.

PLAN DE SITUATION



Échelle: 1/100.000ᵉ

I N T R O D U C T I O N

----oOo-----

L'objet de ce travail consiste en une monographie géologique de la région de St-Laurent-en-Grandvaux et la réalisation d'une carte géologique au 1/20.000.

Au dessus du Jura tabulaire, le faisceau helvétique élève ses larges anticlinaux séparés par des synclinaux complexes. Cette dualité, fait marquant de la géologie Haut-Jurassienne, se manifeste :

- Dans la stratigraphie entre les épaisses et monotones séries jurassiques, et les couches minces et variées du Crétacé.

- Dans la tectonique où, en raison de leur nature lithologique, ces terrains participent respectivement aux vastes voutes anticlinales ou aux synclinaux à faible rayon de courbure.

- Dans la morphologie, entre les plateaux boisés et les vaux ondulés et herbeux.

- Dans l'hydrologie à un degré moindre entre les vallées synclinales drainées et les surfaces karstiques des anticlinaux.

Nous verrons successivement ces quatre chapitres et essaierons enfin de dégager les grandes lignes de l'évolution géomorphologique de ce secteur du Jura, à partir des éléments en notre possession.

Limites :

La zone cartographiée a pour limite Nord la limite Nord de la feuille au 1/20.000 : Morez 3, pour limite Sud la limite Sud des feuilles : Morez 5-6, pour limite Ouest une ligne joignant les points de coordonnées x = 877 ; y = 186 et x = 867; y = 166, pour limite Est, la bordure occidentale du Mont Noir, la route St-Laurent - Morez, et la Bienne de Morez à Valfin-les-St-Claude.

PREMIERE PARTIE

S T R A T I G R A P H I E

-----oOo-----

GENERALITES

La série rencontrée, épaisse de 900 m environ, débute avec le Bajocien et comporte le reste du Jurassique, le Crétacé jusqu'au Turonien, quelques formations tertiaires (Oligocène, Miocène) et des dépôts quaternaires.

Le cadre de ce travail ne nous permettait pas d'effectuer l'étude stratigraphique approfondie qui manque encore dans cette région ; nous nous sommes limités à une étude plus détaillée des seuls étages (Kimméridgien, Portlandien, Purbeckien) dont nous possédions des coupes valables, et qui par ailleurs posaient des problèmes cartographiques.

Pour le reste de la série, une échelle synthétique a été réalisée quand il n'était pas possible de lever une coupe continue.

*

* *

I - JURASSIQUE MOYEN — Bajocien J1 / Bathonien J2

Le Jurassique moyen affleure en une longue butte boisée à l'Ouest des "Prés de Valfin". Une coupe médiocre entaille la série où l'on reconnait :

En bordure de la faille des Prés affleurent des calcaires gris foncé, schisteux et marneux qui semblent représenter la formation la plus ancienne rencontrée ici. Nous les rattachons au Bajocien.

- Zone peu affleurante..... 20 m

Ech.

29 et 30 - Corniche de calcaires organogènes à entroques, localement oolitiques. Quelques bancs lumachelliques et ferrugineux seraient à rapprocher des niveaux à O. acuminata, mais le mauvais état des petites huitres qu'ils contiennent, ne permet pas de conclure..... 20 m

- Zone aveugle..... 15 m

28 à 26 - Calcaires oolitiques bruns, quelques foraminifères..... 5 m

- Zone aveugle..... 1,50 m

25 à 22 - Calcaires à ciment marneux à aspect schisteux nombreux Brachiopodes..... 4 m

21 - Calcaire oolitique à débris, ciment calcitique 4,50 m

20 - Calcaire brunâtre à oolites rousses et débris, ciment marneux..... 0,50 m

19 - Niveaux formant une combe et affleurant mal. Ce sont apparemment des calcaires grumeleux gris brun, un peu marneux, contenant quelques Lamellibranches..... 5 m

18 et 19 - Calcaire marneux, d'allure gréseuse..... 2 m

- (Calcaires marneux-grumeleux gris) aveugle... 5 m

16 - Calcaires grumeleux gris..... 2,50 m

- Calcaires marnogréseux, tendres en plaquettes 0,50 m

15 à 10 - Calcaires gris beige, généralement oolitiques ou graveleux et quelques débris, ciment marneux. D'aspect massif, ils deviennent schisteux par altération. Débris d'huitres et Lamellibranches divers..... 10-15 m

- Combe marneuse..... 10-15 m

9 à 1 - Barre de calcaires bruns, oolitiques ou grumeleux avec quelques entroques et points ferrugineux dont les caractères annoncent les caractères de la sédimentation callovienne.. 10 m

Une petite épaisseur de marnes ou calcaires marneux semble couronner la série, ferrugineux et riches en débris d'Echinodermes, et Lamellibranches, ils apparaissent dans les murgers voisins.

Total : 120 m environ.

Si l'on s'en rapporte à la récente note de A.Guillaume (1964) concernant un affleurement proche de notre périmètre (cimetière de Morez) on peut paralleliser :

1 - Les niveaux à entroques et débris (29-30) avec la zone I de cet auteur : Bathonien inférieur à Parkinsonia depressa.

2 - Les niveaux de calcaires marneux oolitiques et schisteux (18-10) avec les zones 2, 3, 4 : Bathonien moyen, zone à Gracillisphinctes mirabilis.

2 - Les niveaux supérieurs bruns oolitiques (10-1) avec la zone 5 : Bathonien supérieur à Oppelia aspidoïdes.

Limites :

- La limite inférieure a été placée aux niveaux lumachelliques à huitres qui, en l'absence d'arguments paléontologiques, s'avèrent être ici les seuls niveaux précis repérables.

- La limite supérieure est constituée par la base du faciès "Dalle Nacrée". Cette formation n'affleurant presque jamais ici nous avons utilisé comme repère l'apparition des sols rouges qui marquent sa présence dans le sous-sol.

Morphologie :

Cette série, rarement affleurante, joue un rôle modeste dans la morphologie haut-jurassienne. Le Bathonien, schisteux à son sommet, plus massif à la base, forme un relief atténué avec petites combes successives correspondant aux niveaux tendres. Peu propice au karst, il présente une végétation de feuillus rabougries, très différente de celle qui s'établir sur le Jurassique supérieur. Par sa végétation et son relief, il se distingue aussi des étendues herbeuses et molles de l'Argovien.

*

* *

II - JURASSIQUE SUPERIEUR

Avec ses deux grands ensembles, marneux (Argovien) et calcaire (Séquanien, Kimméridgien, Portlandien) épais de près de 600 m, le Jurassique supérieur constitue la matière principale des grands plis jurassiens.

1°) Le Callovien J3

Le Callovien apparait seulement en liseré au pied du mamelon de Jurassique moyen de la "Combe des Prés" ; liseré jalonné de quelques affleurements mais sans coupe continue.

Toutefois, il existe à Morez une coupe de cet étage, publiée dans la note citée plus haut de A. Guillaume qui décrit de bas en haut :

- 4 à 5 m : calcaires durs jaunâtres graveleux oolitiques (Bathonien supérieur)
- 40 cm : faciès Dalle nacrée
- 40 cm : faciès Dalle nacrée passant au faciès oolitique
- 70 à 80 cm : Oolite ferrugineuse.

Nous avons retrouvé ici de façon discontinue tous ces éléments.

- "Dalle nacrée" : faciès typique miroitant, à entroques et ferrugineux. Epaisse de 1 m au moins au point de coordonnées x = 870,1 ; y = 170,1, elle semble beaucoup plus réduite en un second affleurement (Ruisseau des Croyet, x = 871,4 ; y = 171,5). Elle s'y termine par un calcaire très fossilifère à Brachiopodes et Lamellibranches et à surface taraudée.

Ces variations d'épaisseur sont fréquentes dans ces niveaux, Choffat (1878) signale même sa disparition quelques kilomètres plus à l'Ouest, à Prenovel.

La Dalle Nacrée a fourni quelques spécimens :
Macrocephalites sp.

- Oolite ferrugineuse :"Au ruisseau des Croyet" cette formation surmonte de façon très tranchée la Dalle Nacrée. Elle présente ici un faciès peu marneux de calcaires noirs, à oolites disséminées, en plaquettes irrégulières, sur une épaisseur de 80 cm environ. La limite supérieure n'est pas visible.

Cet affleurement a fourni (1) :

- Hecticoceras pseudopunctatum (Lah.)
- Hecticoceras metomphalum (Bon.)
- Hecticoceras rossiense (Tais.)
- Hecticoceras brighti (Pratt.)
- Hecticoceras sp.
- Perisphinctes villanoïdes (Till.)
- Perisphinctes plicatissimus (Locz.)
- Perisphinctes waageni (Teis.)
- Perisphinctes bucharicus (Nik.)
- Perisphinctes villanyensis (Till.)
- Kellawaysites aff. transiens Till. (2)
- Erymnoceras coronatum ?

2°) Oxfordien J4

Nous entendrons par Oxfordien le faciès des marnes bleues à Creniceras renggeri et autres ammonites pyriteuses. Nulle part nous n'avons pu les observer, non plus que la limite supérieure du Callovien. Il ne nous est donc pas possible de conclure à la présence ou la lacune de cet étage.

A quelques kilomètres à l'Ouest de notre périmètre, à Prenovel (lieu-dit Les Fans) une coupe montre une dizaine de mètres de marnes caractérisées par de nombreux Creniceras, comprises entre l'Oolite ferrugineuse et les premiers bancs de marnocalcaires argoviens.

A l'Est près du cimetière de Morez, ces mêmes marnocalcaires argoviens à faune à P. transversarium recouvrent directement l'Oolite ferrugineuse.

Enfin, au Sud l'excellente coupe qui va du Pontet au Crêt Pourri, que nous reprendrons pour l'étude de l'Argovien montre la superposition des marnocalcaires à spongiaires sur l'Oolite ferrugineuse. Cette dernière, épaisse de 1 m environ, présente à son sommet un faciès de marnocalcaire plus clair à rares oolites et à croûte et nodule ferrugineux, soulignant le changement de sédimentation

(1) Déterminations Y. Rangheard
(2) Déterminations J. Bourquin

3°) Argovien J5-6

Epais de 180 m environ, l'Argovien affleure en quelques points de la combe des "Prés" dont il constitue le substratum.

En l'absence d'une coupe continue, dans notre région, nous nous guiderons sur celles situées alentour, en particulier la coupe du "Pontet" déjà étudiée par A. Etallon (1857).

Reprenant les divisions de P. Choffat (1885), nous distinguerons :

1 - Marnes et marnocalcaires inférieurs = Couches de Birmensdorf

Ces couches sont représentées au Pontet par une quinzaine de mètres de marnocalcaires gris à marnes intercalées, à stratification irrégulière et aspect pourri. Les interbancs fournissent de nombreuses Ammonites (Oppelidés, Oxynoticeras, Perisphinctes), généralement de petite taille, ainsi que les grandes éponges calcaires coniques qui caractérisent ces niveaux, et 2 m environ de marnes et marnocalcaires en moellons bien stratifiés contenant encore des éponges et de grands périsphinctes.

Présents au Nord de Morez sur la route de Bellefontaine, les marnocalcaires à spongiaires manquent dans notre région ainsi qu'à Morez. Nous n'avons que des bancs de marnocalcaires et marnes intercalées bien stratifiées, analogues aux 2 m supérieurs du Pontet dépourvus d'éponges, mais possédant une abondante faune d'ammonites où nous avons récolté : (1)

. aux Prés de la Rixouse :
- Taramelliceras dentostriatum Qu. (1)
- Taramelliceras dentostriatum cf. sarasini, Lor. (1)
- Perisphinctes cf. neglectus, Lor. (1)
- Perisphinctes (Kranaosphinctes) cf. promiscuus Buch. (1)
- Perisphinctes (Dichotomosphinctes) marnesiae, Lor. (1)
- Phylloceras tortisulcatum d'Orb.

. aux Prés de Valfin :
- Perisphinctes (Arisphinctes) cf. marcoui, Lor. (1)

(1) Déterminations A. Tintant

. à Morez :

- Perisphinctes (Arisphinctes) cf. marcoui, Lor. (1)
- Perisphinctes (Arisphinctes) helanae, de Riaz (1)

Tous ces fossiles récoltés dans les premières assises argoviennes se rapportent à la zone à P. transversarium. Or, comme ils ne présentent pas de mélange avec la faune à C. renggeri il est permis d'exclure la possibilité d'un envahissement de cette dernière zone par les faciès argoviens.

Notons aussi l'influence méridionale indiquée par la présence de P. tortisulcatum.

2 - Marnes moyennes = couches d'Effingen

Dans la combe des "Prés, la série surmontant les couches à ammonites calcaires, apparait sporadiquement comme une masse monotone de marnes grises sans fossiles. Son épaisseur est donc difficilement mesurable.

Au Pontet ces marnes affleurent en une série monotone de 80 m environ interrompue seulement par un banc de 1,50 m de calcaire marneux à 30 m de la base. Elles présentent un faciès assez voisin des marnes oxfordiennes, marnes grises fines à petits débris ferrugineux, et, ce qui accroit la ressemblance, à petites ammonites pyriteuses à la base de la série. Toutefois, ces ammonites sont de taille plus petite et ne renferment pas les espèces caractéristiques de l'Oxfordien. Excepté un individu de grande taille, à costulation vive, nous n'avons trouvé que des formes juvéniles sans ornementation. Le reste de la série est peu fossilifère, ne contenant que des traces de fucoïdes, quelques belemnites et quelques empreintes de Perisphinctidés.

P. Choffat place la limite supérieure à l'apparition en grand nombre de Myas. Notre série apparaissant particulièrement stérile, nous avons placé cette limite sans toutes réserves à l'apparition des faciès marnocalcaires qui coupent en deux l'Argovien marneux.

3 - Marnes et marnocalcaires supérieurs = Couches du Geissberg

Au Pontet ces couches sont représentées par :
- 3,50 m de calcaires marneux en petits bancs et débits marneux
- 3,00 m de marnes grises fines
- 2,50 m de calcaires marneux
- 15 m de marnes grises
- 3 m de calcaires marneux en gros bancs, gélif

- 5 m, alternances marnes - calcaires marneux. La surface supérieure des bancs calcaires présente fréquemment une couche ferrugineuse. Les fossiles sont rares.
- 30 m de marnes à rares lits calcaires
- 2,50 m de calcaires à débits marneux
- 8 m de marnes feuilletées
- 1 m de calcaire marneux
- 8-10 m, alternances calcaires marneux - marnes feuilletées.

Si l'ensemble se distingue bien des couches d'Effingen par la fréquence des bancs calcaires, dans le détail, la distinction est plus difficile. C'est insensiblement que la série marneuse devient plus claire et plus calcaire. Des sources jaillissent généralement du sommet des couches d'Effingen, plus imperméables.

Dans la Combe des Prés, la disposition semble la même, mais on voit apparaître vers le milieu de cette série des bancs calcaires à riche faune de Lamellibranches (Pecten, Lima, Pholadomya, etc...), Brachiopodes (Rhynchonelles, Térébratules...) généralement ferrugineux. Ces bancs dessinent, à une cinquantaine de mètres de la corniche séquanienne un relief peu accusé à Château des Prés. Ces mêmes bancs se retrouvent plus développés vers l'Ouest hors de notre périmètre, où ils forment des Piards à Prenovel et La Chaux du Dombief, un relief aigu correspondant aux lieudits "Sur l'Arête". L'évolution des calcaires marneux à des faciès fossilifères s'accentue en allant vers le Nord-Ouest et à la Chaux du Dombief vers le sommet de la série marneuse apparait un banc de faciès oolitique (Relin, 1948), de type "rauracien".

Enfin, plus à l'Ouest encore, à Chatel de Joux, les bancs fossilifères à Brachiopodes et Pholadomyes se multiplient et passent à un faciès à concrétions rugueuses, tout à fait semblable à celui qui, à St-Claude, (Pontet Montepile) apparait au sommet de l'Argovien et que P. Choffat nomme "faciès grumeleux".

Dans toutes les coupes une séquence franchement argovienne généralement calcaires marneux beiges et marnes feuilletées sépare ces faciès de la grande série calcaire du Jurassique supérieur.

4 - Calcaires marneux supérieurs

Nous avons rattaché à l'Argovien les calcaires marneux par lesquels débute la série calcaire du Séquanien au Portlandien attribuant au Séquanien les premiers calcaires francs. Cette limite est soulignée par un banc à momies caractéristique J 27 qui, semble-t-il aurait une extension appréciable dans les régions limitrophes (J. Cassedanne, communication orale).

Cette limite, relativement facile à repérer, nous a paru préférable au maintien d'un terme rauracien très variable ici en faciès et en épaisseur, et dont la limite inférieure n'était presque jamais visible sous les talus d'éboulis. D'ailleurs, si le doute a été levé en ce qui concerne le Jura d'Argovie (L. Beauvais, 1961), l'attribution des faciès du passage Argovien-Séquanien, reste très hasardeuse dans le Jura.

- Au Pontet la série comporte :

- 10 m de marnocalcaires à éponges, concrétions calcaires, oursins et Brachiopodes avec nombreux niveaux marneux.

- 2 m de marnes grises

- 10 m de calcaires marneux très fossilifères à éponges, pisolithes. Les bancs se dissocient en concrétions sphériques de 1 à 5 cm de diamètre : faciès grumeleux de P. Choffat.

Le Séquanien débute par un calcaire sublithographique.

- Sur la "Côte" à l'extrême Sud de notre périmètre, ces niveaux sont représentés par une vingtaine de mètres de calcaires et calcaires marneux, avec niveaux pisolithiques ou "grumeleux" à éponges et polypiers rappelant les faciès sauclandiens.

- Au Nord de Château des Prés, une coupe, débutant dans les couches du GEissberg et que nous suivrons jusqu'au Kimméridgien donne :

Couches supérieures du Geissberg :

Ech.		
J1*(1)	- Calcaire marneux roux fossilifère L.M. - Débris de coquilles. Algues. Pseudocyclamines, Foraminifères divers.....	60cm
	- Calcaires marneux gris.....	150cm
	- Calcaires marneux et marnes feuilletées alternant	100cm
	- Marnes fossilifères.....	40cm
J2	- Calcaires lumachelliques, Térébratules, Pectens, Huitres, Limnées, Pholadomyes.....	80cm
J3	- Calcaires marneux, grisâtres, coquilles ferrugineuses.....	40cm
	- Marnes et calcaires marneux azoïques alternant...	200cm
	- Zone aveugle.....	20-30cm

(1) le signe * indique les échantillons étudiés en lame mince.

Cette zone, visible à la sortie Est du Chateau des Prés, apparait constituée des mêmes alternances calcaires marneux et marnes feuilletées azoïques.

Calcaires argoviens supérieurs :

J4 - Calcaire microgranulaire, un peu argileux, beige à débris roux ou noirs. Ostracodes, Térébratules, Rhynchonelles, Lenticulines, Entroques, Algues, Spongiaires, très légèrement grèseux..... 40 cm

J5 - Idem ..... 40 cm

J6 - Calcaire marneux gris, nombreux Brachiopodes et Trichites..... 100 cm

J7 - Calcaire marneux gris ou beige, à petits débris, pisolites noirs, pyrite..... 100 cm

- Marnes noduleuses grises à Brachiopodes..... 100 cm

J8 - Calcaire marneux pétri de débris roux..... 30 cm

J9* - Gros banc de calcaire beige à débris. L.M. Pâte fine nombreux débris : algues, Echinodermes, Entroques, Polypiers, Lenticulines, Spongiaires..... 100 cm

J10 - Calcaire marneux gris à pisolithes..... 60 cm

J11*- Calcaire marneux gris foncé, grumeaux dans une pâte beige. Les débris sont encroûtés de pâte noire. Débris de Lamellibranches, Echinodermes, algues, lenticulines..... 50 cm

J12 - Calcaire bicolore, 2 petits pisolithes, quelques foraminifères..... 100 cm

J13 - Calcaire feuilleté, beige roux, quelques oolites.. 50 cm

J14 - Calcaire marneux, beige, à pisolithes bruns disséminés. Débris..... 80 cm

J15 - Calcaire beige, fin, à rares débris textulaires.... 120 cm

J16 - Calcaire beige roux, oolites, pisolithes, débris, Gastropodes, lenticulines..... 200 cm

J17 - Calcaire marneux bicolore à aspect schisteux, débris et points noirs. Très fossilifère : lamellibranches, Rhynchonelles..... 100 cm

J18 - Calcaire marneux, gris, pisolithes noirs, débris, belles Térébratules, très pyriteux..... 150cm

J19 - Calcaire marneux, à Térébratules et Rhynchonelles. 30cm

J20* - Calcaire beige fin. Algues, débris.
L.M. Pâte microcristalline à débris. Ariculaires, textulaires, lenticulines. Tests de Lamellibranches, Rhynchonelles..... 110cm

J21 -Calcaire beige fin, à débris rares..... 40cm

- Dolomie..... 50 cm

J22 - Calcaire gris beige, petites tâches rouges ou noires. Débris nombreux encroûtés d'une pâte ferrugineuse. Quelques Brachiopodes..... 50 cm

- Marnes feuilletées à points noirs..... 80cm

- Calcaire marneux à pisolithes noirs ou roux. Débris..... 30cm

J23 - Calcaire marneux roux. Quelques pisolithes roux. Lamellibranches et Brachiopodes..... 100cm

J24 - Calcaire beige oolitique, ciment cristallin. Pisolithes, débris, algues..... 120cm

J25 - Calcaire beige graveleux, oolitique, ciment cristallin, Brachiopodes, Trichites..... 140cm

J26 - Calcaire beige oolitique, ciment cristallin, débris calcitiques, gravelles..... 200cm

J27* - Calcaire marneux, beige, à gros pisolithes légèrement ferrugineux.
L.M. Les pisolithes présentent une structure concrétionnée floue autour d'un noyau. Nombreux débris d'algues, fines coquilles de Brachiopodes, ... 120cm

J28 - Calcaire marneux, tendre, à grands Brachiopodes.. 160cm

J30 - Calcaire marneux gris à beige foncé, pâte floconneuse. Débris d'Echinodermes et coquilles. 150cm

Nous avons placé ici la limite supérieure de l'Argovien, le niveau J 27 généralement caractéristique marque la fin de la sédimentation marneuse.

Conclusions :

Il apparait que du Nord-Ouest au Sud-Est, on assiste à :

1 - une augmentation d'épaisseur notoire des couches à faciès argovien. 120 m à la Chaux du Dombief
180 m à la Combe des Prés
220 m au Pontet.

2 - une diminution de fréquence des bancs calcaires interstratifiés.

3 - une évolution de ces mêmes bancs d'un type récifal ou perirécifal a un type marneux azoïque.

4 - une diminution des faciès fossilifères entre Argovien et Séquanien.

Ces faits se relient bien aux conclusions de P.Choffat (1885) et de A. Caire (1951) au sujet du passage des faciès argoviens que nous trouvons ici, aux faciès du Glypticien du Jura salinois et bisontin.

On peut penser qu'autour du haut fond salinois où la sédimentation récifale fut pratiquement continue durant tout l'Argovien, existait une auréole de faciès intermédiaire avec la sédimentation vaseuse, et que cette auréole suivant sans doute des pulsations climatiques s'est étendue périodiquement et pendant de brèves durées vers les zones plus profondes du Jura oriental ; la dernière avancée correspondant à l'installation dans tout le Jura d'une sédimentation calcaire. Un repère chronologique précis manque encore pour préciser à quelle époque ces faciès ont atteint notre zone.

Il semble cependant que dans notre région le Séquanien inférieur soit quelque peu tronqué. La sédimentation argovienne ne serait poursuivie plus

- longtemps au Sud qu'au Nord. Ainsi, à Champagnole, les couches de passage représentées par un "Rauracien" bien développé seraient d'âge Argovien supérieur,

- à la Chaux du Dombief, ce "Rauracien" d'âge Argovien supérieur se terminerait dans le biseau récifal décrit par A.Relin,

- à St-Claude, le Séquanien moyen serait presque inexistant, oblitéré par les faciès "grumeleux" de P. Choffat, assurant ici le passage Argovien-Séquanien.

- dans notre secteur enfin, l'Argovien atteindrait les niveaux de la combe séquanienne les deux faciès tendant à se confondre.

4°) Séquanien J7, Kimméridgien J8, Portlandien J9

Nous étudierons ensemble les trois étages qui dans cette région sont liés par la lithologie et la morphologie, nous réservant de discuter leurs limites réciproques après l'étude des coupes.

Les calcaires de cet ensemble qui constitue l'ossature du grand pli de Château des Prés et de ses terminaisons Sud, affleurent sur presque toute la moitié Sud-Est de notre secteur, en dehors de la combe des Prés, où ils sont érodés, et quelques surfaces de la vallée de la Bienne, où ils sont masqués par le Crétacé ou le Glaciaire.

Coupe de Château des Prés (Suite)

J31 - Calcaire beige fin..... 120 cm

J32 - Calcaire gris à beige, marno-dolomitique..... 250 cm

J33 - Calcaire grossier à débris roux légèrement dolomitique..... 120 cm

J34* - Calcaire beige oolitique, ciment calcitique, peu abondant. Les noyaux des oolites sont des foraminifères (Textulaires, miliolés, trocholines, nautiloculines) ou fragments de gastropodes..... 30 cm

J35 - Fine oolite beige..... 100 cm

J36 - idem ..... 160 cm

J37 - Calcaire beige roux, graveleux. Nombreuses entroques..... 200 cm

J38 - Calcaire oolitique passant à une dolomie rugueuse 150 cm

J39 - Calcaire beige, nombreux débris, echinodermes, lamellibranches, oolites grossières, ciment de calcite. Foraminifères..... 40 cm

J40 - Calcaire oolitique beige..... 100 cm

J41* - Calcaire blanc, à débris roulés.
L.M. Gastropodes, lamellibranches dans une pâte finement oolitique, nombreux foraminifères (Textulaires, miliolés)..... 80 cm

J42 - Calcaire oolitique et graveleux à tendance dolomitique..... 400cm

J43 - Calcaire oolitique et graveleux à tendance dolomitique..... 300 cm

J 44 - Calcaire fin beige clair, graveleux, oolitique et débris..... 120cm

- Zone aveugle..... 300cm

J45 - Calcaire beige graveleux, oolitique. Quelques débris, Echinodermes..... 300cm

J46 - Calcaire fin beige oolitique..... 400cm

J47 - Calcaire fin beige oolitique..... 300 cm

J48 - Calcaire oolitique, beige clair, régulier..... 300cm

J49* - Très fine oolite, pâte calcitique. Petits foraminifères, textulaires, lenticulines..... 200cm

Dolomie..... 100cm

J50 - Calcaire fin beige clair..... 200cm

J51 - Calcaire fin beige clair..... 300cm

J52 - Calcaire sublithographique beige..... 100cm

J53 - Calcaire blanc, légèrement dolomitique, pâte microcristalline. Nuages de dolomite..... 100cm

Dolomie..... 400cm

J54 à 57 - Calcaire fin beige clair..... 800cm

J58 - Calcaire beige roux, un peu marneux, passées fines 100cm

- Zone aveugle..... 10 cm

J59 - Fine oolite beige clair, ciment de calcite..... 100 cm

J60* - Calcaire très finement graveleux. Nombreux foraminifères (Milioles, Textulaires) Bryozoaires..... 100cm

J61 - Calcaire fin, clair, à gravelles, orangé. Très belles milioles..... 100cm

J62 - Calcaire marneux beige foncé, à points roux, passées grossières riches en petits Foraminifères..... 200 cm

J63 - Calcaire beige clair, graveleux, à algues, Bryozoaires, Foraminifères..... 200cm

J64 - Calcaire beige foncé, fin à pâte grumeleuse et milioles..... 110cm

- Zone aveugle..... 150cm

J65 - Calcaire beige graveleux, à nombreux débris calcitiques..... 100cm

- le même passant à sublithographique..... 100cm

J66 - Calcaire beige clair, pâte fine, petits débris calcitiques (Algues...)..... 200cm

J67* - Calcaire beige clair, graveleux, pétri de Foraminifères, Gastropodes, débris d'algues..... 200cm

J68 à 70 - Calcaire beige micrograveleux à foraminifères (Milioles)..... 220cm
130cm
180cm

J71 - Calcaire gris beige à trainées rousses, pâte grumeleuse, Foraminifères (Milioles)..... 180cm

J72 - Calcaire à pâte fine. Quelques Milioles..... 250cm

J73 - Calcaire à pâte fine, quelques milioles..... 200 cm

J74 - Calcaire marneux, beige foncé, petites taches rousses..... 160cm

J75 - Calcaire marneux beige roux. Quelques Foraminifères..... 40cm

J76 - Calcaire très fin beige clair. Quelques Foraminifères..... 150 cm

J77 - Calcaire beige. Nombreux foraminifères..... 140cm

J78 - Calcaire beige clair, finement oolitique et graveleux. Quelques oolites à noyau noir. Débris. 60cm
Bryozoaires, Foraminifères..... 120cm

J79* - Calcaire beige clair, grumelo-graveleux à nombreux débris : algues (aciculaires), Polypiers, foraminifères, Brachiopodes, Echinodermes..... 200cm

J80 - Calcaire beige extrêmement fin à points roux et rares Foraminifères..... 120cm

J81 - Calcaire beige, un peu marneux, quelques Foraminifères... 110 cm
160 cm

J82 - Calcaire beige clair, Gastropodes, Foraminifères.. 40 cm

J83 - Calcaire beige très fin. Quelques points roux. Azoïques..... 160 cm

J84* - Calcaire schisteux, gris foncé à beige. Pistes dolomitisées. Traînées noires. Nombreux Foraminifères, surtout Milioles, Pseudocyclamines..... 100 cm

J85* - Calcaire marneux beige foncé. Points roux, Trichites, Gastropodes, pâte détritique. Nombreux débris indistincts, Polypiers, algues (aciculaires) Pseudocyclamines, Pterocera oceani..... 60 cm

J86 - Calcaire beige, un peu marneux..... 110 cm

Niveau marnoschisteux..... 60 cm

J87 - Calcaire beige très fin..... 40 cm

Niveau marnoschisteux..... 60 cm

J88 - Petits bancs de calcaire marneux gris à points noirs..... 40 cm

J89 - Calcaire marneux à aspect schisteux. Pâte grumeleuse, à points roux. Pterocera oceani..... 60 cm

- Zone aveugle..... 50 cm

J90 - Calcaire marneux, gris foncé, à débris de petite taille. Débris filamenteux..... 50 cm

J91 - Calcaire gris à beige à points blanchâtres. Débris filamenteux..... 100 cm

J92 - Calcaire gris beige, pâte fine à gravelles rousses. Nombreuses Milioles..... 100 cm

J93 - Calcaire fin, beige à points roux. Rares débris calcitiques..... 300 cm

Dolomie..... 200 cm

J94 - Calcaire beige fin, à Milioles..... 60 cm

- Zone aveugle..... 300 cm

J95 - Calcaire dur, beige fin, à trainées rousses. Traces dolomitiques..... 140 cm

J96 - Calcaire beige fin. Points roussâtres..... 100 cm

Dolomie et calcaire dolomitique..... 220 cm

J97 - Calcaire beige fin, à dolomitique..... 100 cm

Dolomie..... 140 cm

J98 - Calcaire beige fin, quelques débris..... 100 cm

J99* - Calcaire gris à points roux. Zones dolomitisées. Aciculaires, Pseudocyclamines, débris d'Echinodermes, Polypiers..... 100 cm

J100 - Calcaire beige roux, fin. Trainées plus rousses, rares débris..... 120 cm

J101 - Calcaire sublithographique beige, rares débris de tests minces..... 300 cm

J102 - Calcaire beige, rares débris d'algues et Polypiers 130cm

J103 - Calcaire beige, avec passées grossières dolomitiques à points bruns.
L'ensemble est d'un calcaire fin à nombreuses petites Milioles..... 30 cm

Dolomie..... 120 cm

J104 - Calcaire beige roux, dolomitique..... 100 cm

J105 - Calcaire dolomitique à points gris vert. Glauconie ?... 200 cm

J106 - Calcaire beige à pâte grumeleuse et quelques Foraminifères..... 40 cm

Dolomie ou calcaire dolomitique..... 500 cm

J107 - Calcaire beige, très fin, à débris calcitiques.
J108 Gastropodes, et traces d'algues..... 100 cm

- Zone aveugle..... 100 cm

J109 - Calcaire beige très clair, débris fins. Textulaires. Mince niveau oolitique..... 100 cm

J110 - Calcaire beige très clair, fin. Quelques débris d'algues..... 150 cm

J111 - idem..... 100 cm

J112*- Calcaire très clair; à nombreuses algues. Vaginella striata, Car. Clypeina, Acicularia, Milioles, Textulaires, Foraminifères spiralés..... 140cm

J113 - Le même calcaire, très riche en clypeines..... 100cm

J114*- Calcaire beige très clair, localement, à Vaginelles..... 100cm

J115 - Calcaire beige clair, à algues, Milioles, Textulaires..... 80cm

J116 - Calcaire beige clair, sublithographique, azoïque.. 50cm

J117 - Calcaire beige clair, très fin. Grands Vaginella, Gastropodes. Quelques clypeines..... 50cm

J118 - Calcaire fin, à points rouges, bourré de débris d'algues..... 100 cm

J119 - Calcaire beige très fin. Clypeines, Textulaires... 50 cm

J120 - Calcaire beige clair graveleux (algues, etc...)... 50 cm

J121 - Calcaire beige clair, fin, à Milioles et Textulaires 100 cm

J122 - Calcaire beige fin, légèrement dolomitique. Azoïque..... 100cm

J123 - Calcaire beige fin, à passées de dolomie..... 50cm

J124 - Calcaire beige fin, azoïque..... 150cm

J125 - Calcaire gris, sublithographique..... 130cm

Dolomie..... 350cm

J126 - Calcaire beige à travées dolomitiques. Dans la pâte fine, débris et Milioles..... 100cm

J127 - Calcaire beige clair, fin, quelques débris. Travées dolomitiques..... 80cm

Dolomie ou calcaire dolomitique à tubulures..... 100cm 150cm

J128 - Calcaire beige clair, pâte fine, rares débris. Travées dolomitiques..... 140cm

J129 - Calcaire beige à pâte fine, criblé de dolomie 50cm

J130 - Calcaire beige fin à rares débris..... 40 cm

J131 - Calcaire beige clair à pâte fine et tendance graveleuse..... 50 cm

J132 - Petits bancs de calcaire beige, quelques coquilles, graveleux à microgravelеux..... 80cm

J133*- Calcaire microgravelеux à gravelles allongées, coprolithes ?..... 100 cm

J134 - Calcaire beige clair fin, quelques Vaginelles..... 100cm

J135 - Calcaire beige clair fin, Polypiers, nerinées, algues..... 100cm
(Cladocropsis), Foraminifères.

Calcaire dolomitique..... 100cm

- Zone aveugle..... 80cm

J136 - Calcaire beige sublithographique. Travées dolomitiques..... 40cm

J137 - Calcaire beige fin, azoïque..... 150cm

J138 - Calcaire fin, beige clair à Vaginelles, Clypeines et Gastropodes, Milioles, Textulaires et Foraminifères divers..... 100cm

J139 - Calcaire beige fin, à débris d'algues et coquilles. 120cm

J140 - Calcaire fin, beige clair, à nombreux débris.Milioles.....

J141 - Calcaire fin, beige clair à Vaginelles, Clypeines, Gastropodes..... 100cm

J142 - Calcaire beige fin, à débris..... 150cm

J143*- Calcaire microgravelеux à gravelles allongées..... 100 cm

J144 - Calcaire graveleux grossier..... 130cm

- Calcaire beige fin, azoïque en petits bancs..... 250cm

J145 - Calcaire gris à gravelles blanchâtres, petites taches rousses, Gastropodes..... 50cm

J146 - Calcaire gris beige, foncé, à points roux ou bleus, passées dolomitiques blanchâtres..... 200cm

J147 - Calcaire dolomitique beige..... 150cm

Dolomie..... 150cm

J148 - Calcaire gris dolomitique, à points bleus et rouges Pseudocyclamines..... 70 cm

J149 - Calcaire beige très clair, fin, quelques débris et grandes coquilles de lamellibranches. Trichites..... 70 cm

J150 - Calcaire beige, très clair, à fins débris..... 70 cm 120 cm

J151 - Calcaire blanc, graveleux à débris, très gélif.... 80 cm

J152 - Calcaire beige très clair, à pâte fine..... 60 cm

J153 - Calcaire beige très clair, à passées graveleuses, quelques débris d'algues filamenteuses..... 40 cm

- Calcaire beige clair, fin, azoïque..... 200 cm

J154 - Calcaire beige très clair, finement graveleux.....

J155 - Calcaire beige très clair, Vaginelles, Nérinées, fines coquilles..... 130 cm

J156 - Calcaire beige clair, pâte fine, quelques Nérinées, Milioles..... 100 cm

J157 - Calcaire beige clair, pâte fine, quelques Nérinées, Milioles, travées dolomitiques..... 100 cm

J158 - Calcaire blanc, un peu crayeux, graveleux.....

J159 - Calcaire blanc, un peu crayeux, graveleux..... 220 cm

J160 - Calcaire beige, très clair, pâte fine, légèrement dolomitique..... 50 cm

J161 - Calcaire blanc, crayeux, d'allure graveleuse..... 120 cm

J162 - Calcaire blanc crayeux, quelques coquilles..... 100 cm

J163 - Calcaire beige clair à débris d'algues (Cladocoropsis, Vaginelles, aciculaires)..... 120 cm

J164 - Calcaire beige clair, à vaginelles et débris d'algues 80 cm

J165 - Calcaire beige clair, à vaginelles et débris d'algues, quelques cailloux noirs..... 100 cm

J166 - Calcaire légèrement roux, graveleux, quelques coquilles, glauconieux au sommet..... 100 cm

J167 - Calcaire marneux, gris à points noirs, petites huitres (E. virgula) Pseudocyclamines..... 30 cm
Niveau dolomitisé, marnes dolomitiques..... 40 cm
Dolomie..... 50 cm

Une seconde coupe prise au Sud de Tancua, près du lieudit "La Cantine", comprend sans grandes discontinuités, le Kimméridgien et le Portlandien des bancs à E. virgula au Purbeckien.

+ 1* - Marnocalcaire gris perle à points bleus ou rouges
Pistes ferrugineuses et petites coquilles de Lamellibranches, sans doute : E. virgula Defrance

Les points roux ou bleus s'avèrent, en lame mince constitués de débris divers ayant fixé des matières ferrugineuses à divers degrés d'oxydation et parfois de la glauconie. Nombre de ces points représentent des Pseudocyclamines, peut-être P. Virguliana Koechlin.

La pâte est envahie pr de la dolomite qui altère passablement las structures organiques..... 80 cm

+ 2 - Marnes dolomitiques ou dolomie marneuse, tendre, contenant encore quelques fantômes de Pseudocyclamines..... 30 cm

+ 3-4 - Calcaire dolomitique gris ou beige, à trainées rousses.....100 cm

- Dolomie en plaquettes..... 70 cm

+ 5 - Calcaire beige foncé, à taches rousses, azoïque.. 60 cm

+ 6a - Calcaire gris clair fin azoïque.....
+ 6b - Calcaire beige, fin, à milioles, très fins débris d'algues, de Gastropodes..... 50 cm

+ 7 - Calcaire fin beige..... 50 cm

+ 8 - Dolomie tendre..... 50cm

+ 9 à 11 - Dolomies et cargneules..... 200 cm

+ 12 - Plaquettes dolomitiques..... 200 cm

+ 13 - Calcaire sublithographique beige..... 35 cm

+ 14 et 15 - Calcaire micrograveleux à fin, avec fins débris d'algues, Gastropodes, Petites milioles, lenticulines, Vaginelles ?..... 120cm 50cm

+ 16 - Calcaire gélif blanc crayeux..... 100 cm

+ 17* - Calcaire beige clair, gélif, graveleux.
L.M. Calcaire à pâte fine, passant à un calcaire graveleux, hétérogène, Ostracodes..... 120cm

+ 18 - Calcaire fin, graveleux, les gravelles sont bien litées et triées. Nombreuses coquilles..... 20 cm

+ 19 - Calcaire beige clair, pâte fine à tendance graveleuse. Rares débris d'algues..... 50 cm

+ 20*- Calcaire crayeux, blanc.
L.M. Beau calcaire graveleux à ciment de calcite. Gastropodes roulés, débris filamenteux, lamellibranches..... 70 cm

+ 21 - Dolomie grise..... 120 cm

+ 22 - Gros banc compact de calcaire dolomitique gris.... 220 cm

+ 23 - Calcaire dolomitique gris beige..... 100 cm

+ 24 - Dolomie grise à taches lie de vin.....
Dolomie en plaquettes..... 600 cm

+ 25 - Calcaire dolomitique gris beige.....

+ 26*- Calcaire beige clair, fin, graveleux.
L.M. pâte graveleuse hétérogène à milioles et tests de Lamellibranches..... 80 cm

+ 27 - Calcaire dolomitique beige. Lamellibranches..... 80 cm

+ 28 - Calcaire dolomitique pyriteux, à points roux ou bleus..... 120 cm

+ 29 - Calcaire dolomitique gris..... 200 cm

+ 30*- Calcaire beige fin, à passées dolomitiques.
L.M. Pâte fine, criblée de fins débris, algues (acicularia), coquilles, milioles..... 50 cm

+ 31 - Calcaire dolomitique beige..... 150 cm

+ 32a- Dolomie grise..... 100 cm

+ 32b- Calcaire gris à travées dolomitiques, gris à taches roses..... 100 cm

+ 33 - Calcaire beige clair, à fins débris..... 50 cm

+ 34 - Calcaire dolomitique gris à taches violacées..... 130 cm

+ 35 - Calcaire très dolomitique beige, à trainées rousses 100 cm

+ 36 - Calcaire beige un peu dolomitique, " "... 100 cm

+ 37 - Calcaire beige un peu dolomitique, " "..... 180 cm

+ 38 - Calcaire fin, beige, un peu dolomitique. Zones blanchâtres plus riches en débris (algues..)..... 100 cm

+ 39*- Calcaire beige clair, fin, à petites coquilles de Lamellibranches.
L.M. Pâte fine, criblée de débris calcitiques punctiformes ou de grains de calcite recristallisée, contenant quelques enclaves de calcaire microgranulaire à milioles..... 100cm

+ 40 - Calcaire beige fin..... 100cm

+ 41 - Calcaire gris dolomitique à travées de dolomie.... 50cm

- Calcaire beige fin, avec quelques débris..... 80 cm

+ 42 - Calcaire beige, à taches rousses, pâte fine avec débris divers, Gastropodes et Lamellibranches.... 150 cm

+ 43 - Calcaire gris fin, à taches bleues. Quelques fins débris..... 50 cm

+ 44 - Calcaire dolomitique beige à traces rousses..... 120 cm

- Calcaire dolomitique en plaquettes..... 50 cm

- Dolomie tendre..... 100 cm

+ 45 - Dolomie cariée..... 60 cm

+ 46 - Calcaire dolomitique gris à taches lie de vin..... 80 cm

+ 47 - Calcaire dolomitique gris à taches bleues ou lie de vin. Bien stratifié..... 80 cm

+ 48*- Gros banc de calcaire beige clair à points orange. A la base, pâte fine à nombreux débris d'algues, à Vaginelles, Ostracodes, Gastropodes, Lamellibranches et Milioles.
Au sommet, Milioles surtout..... 120cm

+ 49 - Calcaire beige, travées dolomitiques, taches rousses, pâte fine avec quelques fragments de coquilles..... 60cm

+ 50 - Calcaire beige, travées dolomitiques, taches rousses, pâte fine avec quelques fragments de coquilles..... 200cm

+ 51 - Petit banc de calcaire beige fin..... 30cm

+ 52 - Calcaire beige fin, à points roux, ou gris, à tendance dolomitique..... 80cm

+ 53 - Niveaux schisteux de calcaire gris dolomitique à taches lie de vin ou bleues..... 150cm

+ 54 - Calcaire dolomitique gris beige à taches lie de vin..... 50 cm

+ 55*- Calcaire beige homogène.
L.M. Pâte microgravelеuse à ciment de calcite microcristalline. QUElques grosses gravelles de calcaire microgranulaire, très petits foraminifères (Textulaires et Milioles)..... 30 cm

+ 56 à + 59 - Calcaire beige fin..... 250 cm

+ 59 à + 64 - Calcaire gris beige à travées dolomitiques, présentant l'aspect des "calcaires à tubulures".. 450 cm

+ 65 - Calcaire beige, très fin à Nérinées et lamellibranches..... 120 cm

+ 66 - Calcaire gris foncé à lits dolomitiques avec lamellibranches et quelques entroques blanches..... 25 cm

+ 67 - Calcaire dolomitique gris foncé..... 100 cm

+ 68 - Calcaire gris beige, à petits débris..... 100 cm

+ 69*- Calcaire gris beige à petits débris.
L.M. Pâte microgranulaire à débris de lamellibranches, gastropodes, echinodermes et tissus d'algues 160 cm

+ 70 - Calcaire dolomitique gris foncé, en bancs schisteux..... 60 cm

+ 71 - Calcaire gris foncé dolomitique, marbré de bleu...
+ 72 - Calcaire beige, un peu dolomitique..... 150 cm
+ 73 - Calcaire dolomitique beige, à traînées rousses....

+ 74 - Calcaire dolomitique gris foncé à gravelles blanchâtres..... 60 cm

+ 75*- Calcaire gris à gravelles blanchâtres.
L.M. Pâte microgranulaire à nombreux débris (algues, textulaires, milioles, trocholines, serpules, gastropodes...) et enclaves à noyau microcristallin et zone intermédiaire finement graveleuse..... 20 cm

+ 76 - Calcaire dolomitique gris foncé.....
+ 77 - Calcaire dolomitique gris à taches blanches, correspondant à des tests dolomitisés..... 100 cm

+ 78 - Calcaire dolomitique gris foncé..... 40 cm

+ 79*- Calcaire beige, microgranulaire à micrograveleux, à débris d'algues, foraminifères (milioles) et gastropodes..... 50 cm

+ 80 - Calcaire beige clair, micrograveleux ou pseudooli-
+ 81 tique à milioles et nérinées, quelques passées microgranulaires..... 100 cm

+ 82 - Calcaire beige clair homogène azoïque.....
+ 83*- Calcaire beige très clair et très fin à vacuoles calcitiques punctiformes. 180 cm
L.M. Pâte microgranulaire azoïque.....
+ 84 - Calcaire beige clair fin, azoïque.....

+ 86 - Calcaire très fin, beige clair à traces
+ 87 rousses..... 90 cm

- Zone aveugle..... 50 cm

+ 88 - Calcaire dolomitique beige à taches rousses..... 100 cm

+ 89 - Calcaire dolomitique fin, beige à taches rousses, à débris punctiformes..... 15 cm

+ 90 - Calcaire dolomitique beige..... 50 cm

- Zone aveugle..... 120 cm

+ 91 - Calcaire dolomitique beige clair.....
+ 92*- Calcaire beige clair, à pâte fine, azoïque. 120 cm
L.M. Pâte microgranulaire homogène.....
+ 93 - idem.....

+ 94 - Calcaire dolomitique beige et roux, bien lité.... 20 cm

- Zone aveugle..... 180 cm

+ 95 - Dolomie, ou calcaire dolomitique gris..... 30 cm

- Zone aveugle..... 30 cm

+ 96 - Calcaire dolomitique beige clair.....
+ 97*- Calcaire beige fin.
L.M. Une pâte microgranulaire très peu abondante renferme des éléments divers de taille à peu près uniforme avec par ordre de fréquence : pseudooli- 60 cm
tes ou gravelles de même nature que le ciment, oolites, coprolitas de crustacés, quelques grosses gravelles, foraminifères (milioles, haplophragmium.
+ 98*- Le même à ciment beaucoup plus abondant et microcristallin avec Haplophragmium, milioles....

+ 99 et + 100 - Le même calcaire beige clair, plus grossier, à aspect de calcaire graveleux banal.....	120 cm
+ 101*- Calcaire graveleux à ciment abondant, quelques oolites et coprolites de grande taille.....	
+ 102 - Calcaire dolomitique beige clair.....	40 cm
+ 103 - Calcaire fin, beige clair, azoïque.....	
+ 104 à + 106 - Dolomie claire.....	310 cm
+ 107* - Calcaire beige clair. Pâte microcristalline renfermant des structures très floues (pseudoolites ou coprolites...).....	80 cm
+ 108 - Calcaire beige clair, d'allure graveleuse.....	150 cm
+ 109 - Calcaire beige clair à séquences bien litées de pâte fine et graveleuses, à coprolites allongés, avec quelques lentilles dolomitiques.....	
+ 110 - Calcaire beige très clair dolomitique.....	
+ 111 - Dolomie grise.....	
+ 112*- Calcaire beige clair, microcristallin.....	200 cm
+ 113 - Dolomie tendre beige, bien litée.....	200 cm
+ 114 - Dolomie jaunâtre cohérente.....	
+ 115 - Dolomie pulverulente.....	150 cm
+ 116 - Dolomie cristalline brunâtre.....	250 cm
+ 117 - Dolomie cargneulisée.....	
- Dolomie pulverulente.....	100 cm
+ 118 à + 120 - Calcaire beige clair, très fin, azoïque..	200 cm
+ 121 - Calcaire beige clair, très finement pseudoolitique	50 cm
+ 122 - Calcaire beige clair très fin.....	120 cm
+ 123*- Calcaire beige clair très fin. L.M. pseudoolites extrêmement fines et ciment de calcite. Petits foraminifères pelotonnés.....	
+ 124*- Le même avec coprolites et petits milioles. Granuloclassement visible.....	
+ 125* - Le même conservant des nuages de pâte microgranulaire, petits foraminifères pelotonnés.....	

+ 126 à + 128 - Calcaire beige sublithographique en petits bancs..... 100 cm

+ 129 à + 131 - Calcaire beige clair sublithographique, azoïque..... 150 cm

+ 132 - Dolomie cristalline, gris-brunâtre, très dure...
+ 133 - Calcaire beige clair, quelques taches rousses, finement oolitique ou pseudoolitique, contenant quelques grosses gravelles ..... 200 cm

La partie supérieure correspondant à environ une dizaine de mètres de dolomies tendres, disparait sous la végétation. Le Purbeckien affleure aussitôt après.

Séquanien J7

Limites

La fréquence des niveaux oolitiques ou graveleux à la base du Kimméridgien, et dans le Séquanien, rend précaire le choix d'une limite entre les deux étages. Nous avons donc pris cette limite à l'intérieur du Kimméridgien en utilisant les bancs à Pterocères, dont l'extension horizontale est considérable, qui s'avèrent dans cette région assez minces pour donner une précision satisfaisante, et qui ont l'avantage d'être facilement reconnaissables:

...neux et très fossilifères à Prenovel, où ils accusent 3 ou 4 m, ces bancs deviennent plus minces encore, 1 m à 1,50 m sur notre périmètre, en même temps que moins marneux. Ils contiennent une faune relativement abondante et caractéristique qui fut d'ailleurs notre principal critère de reconnaissance avec l'association des pterocères, trichites, térébratules, rhynchonelles, oursins et nombreux bivalves (...). Le contraste entre ces bancs marno-schisteux de faciès grisâtre à points rouges, et riches en fossiles, et la série monotone uniformément calcaire et stérile en fait un bon repère cartographique. Bien représentés au Nord, en particulier à leur intersection avec les routes de l'Abbaye à Château des Prés, et, de cette localité à Tancua et à La Rixouse, ces niveaux sont repérés avec plus de difficulté au Sud. Pratiquement invisibles entre La Landoz et les Rivons, sans doute en raison de la tectonique, ils se retrouvent extrêmement réduits "Sur la Côte" où on les observe dans la carrière à l'Ouest du hameau (x = 869,7 ; y = 167,2).

- Les niveaux de la combe séquanienne encore visibles à la Chaux du Dombief(A.Guillaume, 1964) semblent se retrouver ici dans les couches J4 à J20 de la coupe de l'Abbaye, que, par commodité cartographique, nous avons groupés avec l'Argovien.

- Quant aux niveaux à momies du Séquanien moyen épais de 20 m à Champagnole, et encore bien visibles sur la route de Prenovel à Chaux des Prés, il parait possible de leur faire correspondre ici les niveaux 20 à 30, soit une dizaine de mètre de calcaires graveleux à tendance pisolitiques où les "momies" n'abondent qu'à un niveau précis J27, pris comme limite cartographique entre Argovien et Séquanien.

- Le Séquanien supérieur comprend une trentaine de mètres de calcaires oolitiques ou graveleux avec intercalations dolomitiques et se termine par l'Oolite crayeuse astartienne, épaisse de 2 ou 3 m. Facilement repérable à Champagnole où elle tranche bien sous les niveaux sublithographiques du Kimméridgien, elle se retrouve caractéristique à Prenovel(A.Guillaume, 1964) ainsi que, sur notre périmètre, le long de la route Château des Prés - La Rixouse vers x = 874,3 ; y = 173.

Dans la coupe de l'Abbaye, elle est représentée par les niveaux J44 - J46 soit 6 à 8 m d'oolite crayeuse.

Une difficulté nait de la présence de calcaires oolitiques également crayeux, supérieurs à ce niveau et que nous rattachons au Ptérocérien. Ces séquences se multiplient en allant vers le Sud et sont en relation,comme l'a montre E.Bourgeat (1887), avec l'installation de la sédimentation récifale de Valfin.

Kimméridgien J8

Limites

- Pour les mêmes raisons qui nous ont fait prendre les niveaux à Pterocères pour limite inférieure de l'étage, nous avons pris pour limite supérieure les "bancs à E. virgula qui existent avec des caractères constants sur tout notre périmètre. On peut relever de belles coupes à

. Morez, près du Pont du Saillard
. La Savine, sur la route des Martins
. Aux Buclets
. A la Cantine
. A Noirecombe
. Sur la route de Valfin à St-Claude.

Son repérage est facilité par la présence de part et d'autre d'un contexte lithologique relativement constant, identifiable même lorsque les minces niveaux repères sont cachés.

Le plus souvent, la coupe présente de bas en haut :

- Calcaire oolitiques ou graveleux souvent crayeux à algues, débris divers et souvent vaginelles dans la partie inférieure..... 2 à 5 m

- Calcaire sublithographique ou légèrement dolomitique, en bancs massifs..... 1 à 2 m

- Calcaire un peu marneux à points roux..... 50 cm

- Calcaire marneux, gris-bleu, souvent dolomitique à points rouges et bleus avec E. virgula et pseudocyclamines..... 30 à 60 cm

- Dolomie très tendre où disparaissent les pseudocyclamines..... 30 à 50 cm

- Calcaire beige à débris.
- Calcaire sublithographique azoïque, souvent dolomitique. 1-1,50 m

- Dolomies tendres..... 2 à 5 m

Remarquons que sur une transversale Leschères - Noirecombe ces bancs prennent un aspect particulier

. A Noirecombe où le niveau précis à E. virgula semble avoir la plus grande épaisseur, on observe :

Ech. 18-10* - Calcaires oolitiques crayeux à débris d'algues = oolite virgulienne..... 4-5 m

14-15* - Calcaire oolitique à ciment argileux, à faune abondante de foraminifères et débris d'echinodermes..... 1,00 m

16-19* - Les niveaux à E. virgula débutent par des couches ferrugineuses feuilletées, véritable lumachelle de petites huitres et débris d'échinodermes.
Les pseudocyclamines apparaissent ensuite bientôt effacées par la dolomie..... 1,20 m

. Aux Rivons et à l'Ouest de la Rixouse, on n'observe qu'un ninoo banc de 20 cm, dur et ferrugineux, de lumachelle à petites huitres.

Dans toute la partie Sud, les pseudocyclamines qui dominaient au Nord, cèdent le pas aux petites huitres et aux débris de lamellibranches.

Notre limite cartographique ainsi définie, tentons de repérer la limite stratigraphique entre Kimméridgien et Portlandien : les caractères de sédimentation variant régulièrement, avec depuis le Séquanien des intercalations dolomitiques, une coupure était difficile à placer. La découverte, vers le niveau 50 de la coupe de la Cantine, de Gravesia portlandica Lor.(1), peut nous donner une indication. Cette ammonite marquant l'extrême base du Portlandien, il est nécessaire de monter notre limite quelques cinquante mètres au dessus des bancs à E. virgula. Ceci correspond à peu près au sommet de la corniche principale du Jurassique supérieur. Les calcaires de ce Portlandien ainsi réduit, plus tendres et stratifiés plus finement que le Kimméridgien forment au dessus de cette corniche un talus et des redans secondaires. Il convient de remarquer cependant que la position stratigraphique des gravesia est encore très controversée.

- Il n'est guère possible de différencier les divisions habituelles de l'étage en Ptérocérien et Virgulien, ces sous étages étant pratiquement réduits aux niveaux repères que nous avons vus. Si l'on trouve des Pterocères bien au-dessus des niveaux caractéristiques, leur fréquence est trop faible pour placer cette limite secondaire à l'intérieur du Kimméridgien par ailleurs très homogène. Tout au plus peut-on remarquer l'allure plus schisteuse en altération des calcaires inférieurs et leur propension à évaluer en lapiez dans les étendues forestières et à se creuser en marmites dans le lit de la rivière. Nous garderons toutefois les termnes de Ptérocerien et de Virgulien pour désigner les termes voisins des niveaux repères.

- Niveaux caractéristiques

1 - Un fait remarquable est la présence de plusieurs niveaux oolitiques généralement crayeux. E. Bourgeat a étudié avec suffisamment de précision leur distribution et leur signification pour que nous nous en tenions à un résumé de ses observations :

Toutes les coupes effectuées au Nord-Ouest au Sud-Est montrent l'accroissement des niveaux oolitiques dant les principaux sont :

---

(1) Détermination A. Tintant

. un niveau infra ptérocérien (Château des Prés J59 - J70)
. un niveau supra ptérocérien (La Cantine, R 60)
. un niveau infra virgulien (constant dans toutes les coupes)
. un niveau supra virgulien (La Cantine - Chateau des Prés)

Quelques autres, plus minces, apparaissent au delà dans la série (J110, J140-142 de la coupe de Château des Prés).

En approchant de la Bienne, ces niveaux particulièrement ceux du Ptérocérien augmentent d'épaisseur jusqu'à envahir les couches à ptérocères qui, au lieu-dit "sur la côte" sont à peine reconnaissables entre deux masses oolitiques. Le maximum de puissance est atteint au pied du village de Valfin, où, dans le ravin bien connu affleure une cinquantaine de mètres de calcaires oolitiques très tendres, en masse continue, sans stratification. Ces couches, désignées sous le nom de "récif de Valfin", affleurent en fait avec les mêmes caractères de Roche Blanche aux abords de St-Claude. Elles ont fourni une faune très abondante en espèces nouvelles, mais très peu d'ammonites, ce qui a entretenu longtemps une controverse au sujet de leur âge. On observe en effet, à une cinquantaine de mètres du sommet de ces couches, le niveau à E. virgula bien caractéristique, mais on ne peut observer la base de la formation ni sa position par rapport aux couches à Ptérocères. E. Bourgeat leva le doute en observant que "Sur la Côte" les bancs à Ptérocères étaient inclus entre deux couches oolitiques dont la réunion, un kilomètre à l'Est constituait la masse principale du récif.

2 - Calcaires à Vaginelles

Fréquemment associés aux niveaux récifaux à algues, les calcaires à vaginelles ne constituent pas réellement un niveau repère. Les plus caractéristiques, calcaires très fins, beige blanc, contenant presque exclusivement Vaginella striata, Carozzi, apparaissent une cinquantaine de mètres sous les niveaux à E. virgula. Nous les avons repérés à Château des Prés, à Tancua, à la Cantine et sur la route de St-Claude à Valfin. D'autres niveaux apparaissent plus haut et plus bas où les vaginelles sont souvent mélangées à des algues, dasycladacées et aciculaires. Leur présence est un bon indice pour la détermination du Kimméridgien supérieur.

3 - Calcaires à cailloux noirs

La découverte de tels niveaux à Champagnole (A.Guillaume et C.Mussillon) ou à St-Claude (M.Mattauer et Rollet M. 1959) nous a incité à les rechercher ici.

. un premier niveau a été découvert au sommet de l'oolite récifale de Valfin.

Ech. N* - Il s'agit d'un calcaire graveleux de teinte claire, piqué de points nors très abondants. En lame mince, ces points apparaissent constitués de gravelles, de la teinte jaunâtre qu'on trouve fréquemment aux calcaires du Purbeckien, riches en matière organique.

. Un autre niveau peu caractéristique, à points noirs, petits et peu abondants a été découvert immédiatement sous les niveaux à E. virgula, en particulier dans la coupe de Château-des-Prés.

Ech. CN* - Il présente en lame mince les mêmes caractères que le précédent.

. Nous rapprocherons ces échantillons d'un autre que nous n'avons pas trouvé en place, mais qui se rapporte vraissemblablement au Kimméridgien supérieur .

Ech. K* - Il s'agit d'un calcaire blanc, contenant un galet anguleux de teinte noire et de 2 à 3 cm de côté. En lame mince, il est constitué d'une pâte microgranulaire, localement graveleuse. La pâte contient des gravelles et autres organismes, aciculaires, Haplophragmium et foraminifères. Le galet est constitué d'un calcaire graveleux, semblable aux passées graveleuses du calcaire blanc, mais possédant un ciment brunâtre riche en matière organique.

. Citons enfin à la "Cantine" la présence d'un banc, d'allure bréchique, de calcaire dolomitique.

Ech. R 36 - Cet aspect apparait surtout sur le terrain, où l'on voit le calcaire dolomitique beige, renfermant des éléments de taille variable, jusqu'à 5 cm à contours anguleux et teinte variable souvent roux. En échantillon et lame mince, les contours des éléments sont rendus flous par la cristallisation dolomitique, toutefois, l'aspect brechaïde se laisse deviner.

Ces quelques observations témoignent de tendances émersives qui se manifestent dès cette époque, annonçant les lagunes purbeckiennes.

Portlandien J9

Nous avons pris pour limite supérieure du Portlandien le passage des dolomies tendres, aux marnes lacustres, limite rarement observable car située entre deux termes tendres. En fait, nous nous baserons surtout sur la morphologie en nous rappelant que les derniers niveaux du Portlandien participent à la formation de la combe purbeckienne.

Si nous considérons le Portlandien au sens large des niveaux à E. virgula au Purbeckien, trois ensembles apparaissent :

1 - Dolomies inférieures : jusqu'à + 25, soit 20 m

En dehors de l'intercalation calcaire correspondant à l'oolite supra virgulienne, les dolomies tendres dominent dans cette série mêlées da calcaires dolomitiques formant, dans la morphologie, un talus fréquemment observable entre les deux corniches principales du Jurassique supérieur.

2 - Calcaires massifs : de + 25 à + 70, soit 50 m environ

Cette série homogène comporte des calcaires dolomitiques en gros bancs, des calcaires fins avec quelques débris, puis au sommet surtout, des calcaires à nérinées et à tubulures.

3 - Calcaires et dolomies supérieurs, environ 40 m

Cette série plus hétérogène se présente en bancs plus minces et caractérisée par la fréquence des bancs de dolomie. Les calcaires sont généralement fins et azoïques en dehors des niveaux microgravelеux à Coprolites. Vers le sommet, les dolomies en plaquettes dominent exclusivement, certains niveaux évoluent par altération en une poudre blanche rappelant le kieselguhr.

- Les cargneules sont pratiquement absentes. Seuls quelques bancs à la limite du Purbeckien présentent une structure voisine.

- Semblables à ce que nous avons vu pour le Kimméridgien existent dans le Portlandien des niveaux dolomitiques à allure de brèche sédimentaire. Un de ces bancs apparait le long de la route de La Rixouse à Château des Prés (x = 874,8; y = 172). Sa surface supérieure présente un aspect réticulé comme si de larges galets mous s'étaient trouvés comprimés après sédimentation.

5°) Purbeckien J 9p

La limite supérieure de l'étage, est beaucoup plus nette que sa limite inférieure, et affleure plus fréquemment. Nous la plaçons au passage des marnocalcaires lacustres souvent gris ou noirâtres au sommet, avec des trainées d'altération blanches, aux calcaires oolitiques valanginiens formant une petite corniche.

Entre Villard-sur-Bienne et Lezat on observe pratiquement ce passage au niveau de l'échantillon (x = 874,2 ; y=171)

Ech. PV 12* - A la base, calcaire fin à Ostracodes, recouvert en discontinuité par un calcaire graveleux à conglomératique remaniant des galets de calcaire noirâtre et de calcaires à algues (aciculaires)et foraminifères. A la surface supérieure du banc apparaissent en relief de nombreux gastropodes voisins des Turritelles.

De tels niveaux remaniant des gravelles ou galets de calcaire noirâtre, se rencontrent en plusieurs endroits au sommet du Purbeckien, ainsi F 58 de la coupe des Fourgs, mais seulement dans le synclinal de la Bienne où nous avons pris les coupes de cet étage.

Toutes ces coupes présentent les mêmes termes pétrographiques et les mêmes successions d'ensemble mais varient considérablement dans le détail, fut-ce à courte distance. Nous y avons en vain recherché, par lavage des marnes et examen des échantillons des intercalations marines qui en d'autres régions du Jura existent à plusieurs niveaux.

Coupe "Sous les Fourgs" (x = 876,9 ; y = 173,05)

Ech. Marnes rarement visibles gris à vert pâle
- F20 - Marnocalcaire beige à cailloux noirs, à passées fines ou grossières..... 20 cm
- F 21 - Calcaire marneux beige à très petits cailloux noirs..... 20 cm
- F22 - Marnes brunes, à nodules calcaires gris-vert, quartz rare et ostracodes..... 25 cm
- F23 - Calcaire marneux rognoneux beige, à cailloux noirs..... 15 cm
- F24 - Calcaire marneux un peu roux, à cailloux bruns et quelques cailloux noirs..... 25 cm

- F25 - Belle brèche à cailloux noirs. Eléments jusqu'à 3 cm..... 40 cm
- F26 - Calcaire beige rose, marbré. Réseau dolomitique, cailloux noirs..... 25 cm
- F27 - Calcaire marneux, fin, beige gris clair, à cailloux noirs ou débris charbonneux..... 30 cm
- F28 - F29 - Brèche à cailloux noirs..... 90 cm
- F30 - Marnes grises indurées avec très peu de quartz et des débris d'ostracodes..... 60 cm
- F31 - Calcaire marneux gris, fin, à ostracodes, chara et cailloux noirs.....
- F32 - Dolomie tendre beige..... } 80 cm
- F33 - Brèche à cailloux noirs..... 50 cm
  - Calcaire beige à chara et ostracodes..... 70 cm
  - Brèche à cailloux noirs..... 20 cm
- F34 - Calcaire gris foncé bien lité en plaquettes. Lits dolomitiques et marnes noirâtres..... 30 cm
- F35 - Calcaire marneux fin, beige clair..... 60 cm
- F36 - Calcaire marneux à chara et ostracodes..... 60 cm
- F37 - Marnes brunes. Riches en petits éléments calcaires feuilletés, en matières charbonneuses, avec quelques ostracodes et peu de quartz..... 10 cm
- F38 - Calcaire marneux gris fin, à petits points noirs. 20 cm
- F39 - Brèche à cailloux noirs. Eléments de petite taille dans un ciment abondant. Fragments végétaux..... 40 cm
- F40 - Calcaire marneux, feuilleté, gris, dolomitique à ostracodes et cailloux noirs..... 25 cm
- F41 - Calcaire marneux, beige, très fin, à ostracodes.. 50 cm
- F42 - Marnes grises avec quelques éléments calcaires, roulés, quartz limpide, ostracodes..... 60 cm
  - Calcaire marneux en petits bancs, gris, fin azoïque..... 25 cm

- F44 - Calcaire marneux gris clair, très fin, azoïque....
-F45 - F46 - Calcaire beige bourré de chara, ostracodes et débris divers..... 50 cm

-F47 - Marnes brun-jaune contenant peu de quartz, des chara, ostracodes et matières charbonneuses..... 25 cm

- F48 - Microbrèche à cailloux noirs et chara.....

- F49 - Calcaire beige à passées détritiques ou fines, avec chara, ostracodes et pistes d'annelides..... 15 cm

- F50 - Calcaire beige à silex et débris charbonneux. Les silex semblent alignés en amandes discontinues. En fait nous ne les retrouvons nulle part ailleurs..... 30 cm

- F51 - Calcaire beige roux microcristallin, à ostracodes 100 cm

- F52 - Calcaire beige à characés.....

- F53 - Marnes. Le contenu calcaire est essentiellement constitué de tiges et grains de chara et débris d'ostracodes..... 15 cm

- F54 - Calcaire beige roux à chara et ostracodes ferrugineux dans une pâte beige..... 15 cm

- F55 - Calcaire marneux fin, gris foncé.....

- F56 - Calcaire marneux beige très fin à rares débris de chara et quelques points noirs..... 50 cm

- marnes vertes affleurant latéralement, zone peu visible..... 300 cm

- F57 - Marnes fétides gris-noir ou brunes à nudules calcaires, ostracodes et chara ainsi que des éléments noirâtres charbonneux et très peu de quartz 20 cm

- F58 - Calcaire bicolore oolitique ou graveleux avec galets noirs ou roux et traces de pyrite. Il passe à une belle oolite régulière typiquement crétacée avec quelques gastropodes et brachiopodes. Ce calcaire, déjà crétacé semble remanier des éléments purbeckiens de la même façon que l'échantillon PV 12..... 100 cm

- F59 - Oolite rousse.....

- F60 - Oolite grise, tendre, à brachiopodes, d'aspect schisteux..... 10 cm

Dans cette coupe, manquent les quelques mètres qui, à la base, font la jonction avec le Portlandien et que nous verrons en affleurements isolés.

Les autres coupes relevées : Chemin de la Gare de Tancua - Villard-sur-Bienne, Lezat, route Lezat - Les Mouillés, présentent les mêmes faciès principaux :

- Brèches à cailloux noirs
- Calcaire à chara
- Marnes brunes ou verdâtres.

+ Celle de Villard montre une nette dominance des calcaires à chara sur les brèches à cailloux noirs. C'est là que la limite Purbeckien-Valanginien est la plus intéressante à observer.

+ Dans la coupe du chemin de la gare à Tancua, nous retrouvons en de meilleures conditions un niveau non observé dans la coupe des Fourgs. Il s'agit de marnes brunes en plaquettes se délitant bien, et très riches en débris, petites planorbes, gastropodes turriculés, lamellibranches, ostracodes, oogones de characés et peut-être dents de poissons. Situé à 5 ou 6 m du sommet de l'étage, ce niveau se retrouve plus au Sud au droit de La Cantine, tendre et assez mince, il a pu passer inaperçu dans nos autres coupes.

Faute d'une bonne coupe de la partie inférieure de l'étage, apparemment marneux et dolomitique, nous décrirons les principaux éléments qui peuvent s'y rapporter, observés ça et là.

1 - Marnes dolomitiques à nodules de quartz souvent laiteux.

- Ce niveau affleure derrière les premières maisons du village de Lezat où l'on aperçoit de gros blocs à structure brechique, emballés dans des marnes dolomitiques pulverulentes. Les blocs présentent une trame siliceuse avec localement de belles formes cristallines de quartz et de calcite.
- Aux Bouvets d'Amont le quartz se présente en nodules couverts de cristallisations, isolés dans les marnes dolomitiques (x = 872 ; y = 176,5) Ech. PR 2.
- A la sortie Sud de la Rixouse des marnes dolomitiques, légèrement contaminées par des dépôts glaciaires, contiennent des nodules de quartz dont la périphérie est également couverte d'agrégats de cristaux bipyramidés. Ech. R 3.

2 - Nous rattacherons au Purbeckien des morceaux de cargneules, noires par altération, ressemblant à des tufs végétaux, que nous avons trouvé en surface, à l'emplacement des marnes dolomitiques purbeckiennes, entre Villard-sur-Bienne et Lezat.

3 - Enfin, à l'Ouest des Brenets (x = 872 ; y = 176,5) apparait au milieu de la combe morphologique purbeckienne, un calcaire dolomitique de structure curieuse. Par altération, la roche prend un aspect d'agrégat cristallin semblable à certains calcaires à entroques pourris. Chaque grain est constitué de calcite cristallisée, son centre étant occupé par un nuage de fins cristaux de dolomite. Un ciment ferrugineux et de la calcite plus récente, en large cristallisations, cimente le tout. Ech. X.

Un calcaire analogue est observable au Nord-Est de Lezat où les cristallisations sont plus fines.

- Les auteurs signalent plus au Nord l'existence des marnes à nodules de gypse. Une exploitation aurait existé au Marechet, dont nous n'avons pas retrouvé la trace.

Morphologie

Le Purbeckien se manifeste dans la morphologie en dessinant, avec le concours des dolomies tendres du Portlandien supérieur, une combe herbeuse humide, d'une cinquantaine de mètres quand les pendages sont verticaux, située entre le massif boisé du Jurassique supérieur, et le premier crêt valanginien.

Etant donnée la rareté des affleurements dans les zones à relief modéré, la cartographie du Purbeckien se résume à celle de sa combe morphologique.

Généralement simple, cette combe est divisée en deux à l'Ouest des Bez, par un banc plus dur de calcaire dolomitique proche de la base de l'étage.

Epaisseur

Une puissance de 20 à 25 m semble être un maximum dans notre région où souvent cette valeur est réduite en de grandes proportions. Elle n'atteint que 10 m sur la route de Lezat aux Mouillés et moins encore au dessus de Tancua. Il nous semble que cette variabilité d'épaisseur, liée pour une part à l'irrégularité de la sédimentation purbeckienne, soit avant tout une conséquence des efforts tectoniques ressentis particulièrement

par cet étage, en raison de sa nature plastique et de sa position remarquable, entre deux ensembles si différents dans leur comportement, que le Jurassique supérieur et le Crétacé.

*

* *

III - LE CRETACE

1°) Valanginien n_{2-1}

Une première coupe prise 1 km au Sud de Lezat nous donne la base de l'étage.

Après 6 ou 7 m de calcaires fins à chara, ostracodes et cailloux noirs, à structure parfois graveleuse, appartenant au Purbeckien, et une zone aveugle de 1,20 m, la série présente :

E8	- Calcaire oolitique roux, à gravelles blanches.....	30 cm
	- Zone aveugle.....	40 cm
E9	- Calcaire oolitique roux à oolites hétérométriques, bryozoaires roulés et quelques foraminifères.....	30 cm
E10	- Oolite brune, régulière, à foraminifères.....	100 cm
E11	- Calcaire oolitique gris beige, à très grosses gravelles blanches, milioles et autres foraminifères	50 cm
E12	- Très fine oolite rousse ou rose à débris de bryozoaires, gastropodes et lamellibranches.....	100 cm

E13 - Calcaire oolitique roux, cette teinte venant du cortex ferrugineux des oolites, gravelles blanchâtres, éléments de calcaire oolitique repris et encroutés, foraminifères. Localement la pâte parait grisâtre et peu oolitique..... 50 cm

E14 - Colite beige régulière, à nombreux foraminifères... 60 cm

E15 - Calcaire beige à grosses gravelles plus claires. La pâte graveleuse et oolitique contient foraminifères et débris..... 120 cm

E16 - Calcaire gris clair à beige, fin ou oolitique, à gravelles blanches, foraminifères et débris..... 50 cm

E17 - Calcaire beige, fin, homogène, bourré de foraminifères..... 100 cm

E 18 à E20 - Calcaire beige, finement oolitique avec quelques gravelles blanches..... 190 cm

E21 - Fine oolite beige rousse à foraminifères et très grosses et nombreuses gravelles blanches..... 60 cm

E22 - Calcaire beige finement graveleux et oolitique..... 160 cm

E23 - Calcaire beige oolitique à fines trainées grisâtres grosses gravelles blanches et nombreux foraminifères..... 140 cm

E24 - Calcaire homogène à oolites rousses dans une pâte fine blanchâtre..... 120 cm

E25 - Oolite fine et régulière..... 120 cm

E26 - Calcaire fin, gris, à oolites ferrugineuses éparses et quelques grosses gravelles blanches. Foraminifères abondants..... 80 cm

E27 - Oolite rousse fine et régulière..... 100 cm

E28 - Calcaire gris, pâte marneuse à oolites rousses et points noirs..... 100 cm

E29 - Calcaire oolitique ou graveleux, grossier, à ciment marneux..... 20 cm

E30 - Oolite bicolore bleue et rousse..... 25 cm

E31 - Calcaire beige à gravelles brunes..... 30 cm

Au lieudit "Les Rochats" une tranchée de chemin de fer fournit une coupe du Valanginien moyen et supérieur, ainsi que de la base de l'Hauterivien, coupe déjà décrite par J. Relin (1948).

Ne recherchons pas une correspondance étroite entre des coupes prises à plusieurs kilomètres de distance, en effet les variations de faciès des étages crétacés et en particulier en ce qui concerne le "marbre batard", sont considérables. A ce niveau, peu caractéristique dans notre région peuvent correspondre ici, les niveaux 15 et 25 de la coupe de Lezat. C'est par ces mêmes couches que débute la coupe des "Rochats".

R_o 1 - Calcaire roux détritique graveleux, homogène, à trocholines, gastropodes et quelques points de glauconie..... 60 cm

Ro 2 - Calcaire beige roux, oolitique et graveleux à oolites rousses dans une pâte blanche et foraminifères..... 60 cm

Ro 3 - Calcaire roux, oolitique, à gravelles blanches et foraminifères..... 40 cm

Ro 4 - Calcaire beige oolitique et graveleux à ciment calcitique, trocholines..... 30 cm

Ro 5 - Calcaire beige clair, à pâte fine gris beige, à gravelles ou oolites et nombreux foraminifères (trocholines...). Contient de grosses gravelles blanches..... 110 cm

Ro 6 - Calcaire hétérogène oolitique roux, à petites gravelles blanches et passées fines grises. La microfaune est abondante avec algues et foraminifères..... 40 cm

Ro 7 - Calcaire gris beige, avec quelques gravelles blanches et nombreux foraminifères (trocholines milioles, etc...)..... 80 cm

Ro 8 - Calcaire gris beige, à pâte fine avec quelques gravelles blanches, nombreux débris d'algues et foraminifères..... 30 cm

Ro 9 et 10 - Calcaire gris beige à gravelles blanches.... 120 cm

Ro 11 - Bancs massifs de calcaire beige fin à gravelles blanches avec milioles et gastropodes..... 200 cm

Ro 12 - Calcaire gris beige à grosses gravelles blanches Foraminifères..... 250 cm

Ro 13 - Calcaire roux oolitique et graveleux, à ciment de calcite peu abondant..... 120 cm

Ro 14 - Calcaire roux en petits bancs, oolitique à ciment de calcite..... 120 cm

Ro 15 - Calcaire marneux gris-jaune, sableux, à rognons calcaires..... 50 cm

Ro 16 - Calcaire oolitique désagrégeable, gris-bleu à jaune..... 20 cm

Ro 17 - Le même, très tendre à débris écailleux..... 80 cm

Ro 18 - Calcaire roux oolitique.....)

Ro 19 - Beau calcaire oolitique bleu ou roux, cohérent..) 30 cm

Ro 20 - Marnes grisâtres à rognons calcaires oolitiques,) noires ou beiges.....)

Ro 21 - Calcaire roux, oolitique et graveleux..... 150 cm

Ro 22 - Calcaire noduleux, marneux, oolitique, friable.. 20 cm

Ro 23 - Gros banc de calcaire graveleux avec quelques enclaves grises à pâte fine..... 150 cm

Ro 24 - Marnes..... 15 cm

Ro 25 - Calcaire gris à roux à pâte fine grise, contenant de nombreuses gravelles blanches et foraminifères..... 40 cm

Ro 26 - Calcaire gris à pâte fine avec quelques gravelles blanches, des foraminifères et débris calcitiques..... 100 cm

Ro 27 - Calcaire beige roux, à pâte fine, grise, criblée de foraminifères et débris divers de teinte rousse..... 50 cm

Ro 28 - Calcaire gris beige fin avec quelques gravelles blanches..... 50 cm

Ro 29 - Calcaire beige clair, graveleux..... 60 cm

Ro 30 - Calcaire gris beige à gravelles blanches..... 50 cm

Ro 31 - Calcaire beige clair fin, sublithographique..... 300 cm

Ro 32 et 33 - Calcaire beige très clair, un peu graveleux 320 cm

Ro 34 - Calcaire marneux ou marne blanchâtre..... 5 cm

Ro 35 - Calcaire noduleux, marneux, blanchâtre..... 20 cm

Ro 36 - Calcaire beige à zones rousses, gravelles blanches et foraminifères..... 150 cm

Ro 37 - Calcaire beige clair, un peu marneux..... 60 cm

Discontinuité due à une petite faille.

Ro 38 - Calcaire beige roux très fin, pâte beige avec oolites rousses dispersées, et milioles..... 200 cm

Ro 39 - Calcaire roux oolitique avec quelques gravelles blanches..... 60 cm

Ro 40 - Calcaire oolitique tendre..... 30 cm

Ro 41 - Calcaire graveleux oolitique gris ou roux, à ciment marneux..... 60 cm

Ro 42 - Calcaire roux graveleux oolitique à ciment microcristallin et gravelles orangées..... 60 cm

Ro 43 - idem..... 50 cm

Ro 44 - 48 - Glauconie..... 550 cm

Ro 49 - Calcaires et marnes en petits bancs feuilletés. Oolites désagrégeables, noir à roux à Bryozoaires et coquilles..... 200 cm

- Zone aveugle (zone de calcaire roux détritique affleurant par places)..... 200 cm

- Calcaire dur, ferrugineux à moules de lamellibranches, bryozoaires, pistes ou tubulures..... 30 cm

Ro 50 - Calcaires tendres ou marnes calcaires à débris d'huitres, trichites et pistes..... 250 cm

Ro 51 - Calcaire rognoneux roux avec moules de lamellibranches, brachiopodes, gastropodes, etc..... 200 cm

Ro 52 - Marnes avec bancs calcaires brunâtres. Huitres, brachiopodes, bryozoaires..... 500 cm

Ro 53 - Calcaire roux graveleux oolitique, à nodules de limonite..... 200 cm

Ro 54 - Marnes à huitres et bryozoaires..... 150 cm

Ro 55 - Calcaire roux à stratifications entrecroisées. Oolite régulière localement ferrugineuse avec tubulures..... 250 cm

Ro 56 - Calcaire tendre à oolites rousses dans une pâte marneuse claire..... 150 cm

Ro 57 - Petits bancs de calcaire brunâtre tendre oolitique à nombreux débris ; trocholines et autres foraminifères, térébratules, huitres, tubulures. 200 cm

Ro 58 - Calcaire graveleux gris foncé à roux, ou beige, détritique à rares entroques..... 300 cm

Ro 59 - Fine oolite rousse en petits bancs à ciment de calcite..... 300 cm

Ro 60 - Calcaire tendre d'aspect sableux, avec tubulures et fossiles..... 150 cm

Ro 61 - Calcaire roux finement oolitique à ciment de calcite et quelques entroques..... 200 cm

Nous placerons ici la limite avec l'Hauterivien qui débute par ;

- Marnes grises à grandes huitres et térébratules à points siliceux, rhynchonelles, bryozoaires, serpules, gastropodes..... 500 cm
- Calcaire roux à oolites et entroques..... 150 cm
- Marnes grises..... 150 cm
- Zone aveugle.....10-15 m
- Calcaire glauconieux à entroques.....

D'après les coupes précédentes le Valanginien peut être divisé en ses trois termes habituels:

1 - Infra-valanginien :

Calcaires oolitiques tendres souvent marneux, bicolores ou lie de vin, à stratifications localement entrecroisées. niveaux E8 et E20..... 10 m

2 - "Marbre batard"

Calcaires de teinte beige, graveleux à sublithographique. Il présente rarement ici l'aspect caractéristique, proche de l'Urgonien, qui justifie son appelation.
niveaux (E20...) (Ro 15 - 34)..... 10-30 m

3 - Calcaires roux qui comprennent :

- Calcaires roux inférieurs oolitiques et graveleux, plus ou moins marneux.
niveaux Ro 35-45..... 8-10 m

- "Marnes d'Arzier"
Formation au faciès assez constant de marnocalcaires oolitoïdes, tendres, feuilletés, d'aspect sableux, à intercalations calcaires. Les fossiles les plus fréquents sont des segments de gros gastropodes turriculés, des polypiers, et des lamellibranches..... 10-15 m

- Calcaires roux supérieurs.
Ces niveaux sont caractéristiques et constitués d'une oolite fine et régulière en petits bancs d'aspect gréseux. Les oolites sont parfois limoniteuses. Vers le sommet apparait souvent un niveau grossier et riche en nodules de limonite, et qui représente ici le minerai de fer de "Métabief"..... 10-20 m

*L.M. nº Mv : calcaire oolitique à ciment microcristallin abondant. Les oolites ont pour noyau des grains de quartz ou de débris d'échinodermes. On rencontre quelques entroques, de nombreux fragments de bryozoaires, de lamellibranches, des galets de limonite, des galets de calcaire oolitique à ciment de limonite et un peu de quartz détritique.

Limite supérieure

Nous avons placé au sommet de ces formations ferrugineuses la limite avec l'Hauterivien. Alors que le calcaire roux est bien individualisé, il est malaisé de repérer une différenciation dans les marnes qui le surmontent, et qui d'ailleurs affleurent rarement. En fait, la partie inférieure de celles-ci présente beaucoup d'affinités avec le valanginien et peut-être serait-il plus juste de faire débuter l'Hauterivien aux marnes gris-bleu à huitres et serpules. Pour les commodités cartographiques, nous garderons la première solution qui fait coïncider la strati[illegible] la lithologie.

Variations

Elles affectent les faciès des différents termes de l'étage et plus encore leurs épaisseurs relatives.

Nous n'en donnerons qu'un aperçu :

+ Ainsi, au Nord de notre périmètre, au lieudit "Le Marechet", la coupe qui longe la route vers Fohcine-le-Bas montre :

- un grand développement de l'infra-valanginien qui présente ici un caractère très marneux, et certain faciès de marnocalcaire gris inconnu dans le reste de notre secteur.

- le marbre batard est peu représenté, tant au plus, peut-on lui rapporter des calcaires oolitiques à gravelles blanches et un calcaire fin à foraminifères (3-4 m).

- la série des calcaires roux est par contre bien développée :

. oolite rousse inférieure (5-6 m)

. marnes d'Arzier : elles présentent ici un aspect noirâtre presque bitumineux , avec quelques huitres, brachiopodes et gastropodes (10-12 M)

. les calcaires roux supérieurs : ils sont ici très caractéristiques bien qu'en soit absent, le faciès "minerai de fer". Leur épaisseur d'au moins 15 m ne peut être précisée à la suite d'une discontinuité de la coupe (15 m).

+ Aux Rochats, la coupe étudiée et les observations fragmentaires faites dans les environs indiquent :

- un développement déjà plus réduit de l'infra-valanginien.

- une bonne épaisseur de calcaires graveleux que nous assimilons au marbre batard.

-une faible épaisseur des marnes d'Argier (2 m)

- de nombreuses et importantes intercalations marneuses dans les calcaires roux supérieurs.

+ Dans le synclinal de Lezat apparait surtout le bon développement des faciès infra-valanginiens.

+ Tout à fait au Sud, dans le synclinal de Leschères, les coupes aliénées par la tectonique accusent régulièrement des épaisseurs réduites .

- l'infra-valanginien est rarement visible, masqué avec la combe purbeckienne.

- le marbre batard est ici présent dans un faciès blanc à grosses gravelles, peu épais (4-5 m) mais très caractéristique.

- marnes d'Arzier et calcaires roux présentent leur faciès classique.

2°) Hauterivien - Barrémien - Urgonien

La distinction de ces trois termes du Crétacé moyen se révèle assez délicate dans cette région comme dans une bonne partie du Haut-Jura. Faute d'une faune bien caractéristique, nous avons effectué cette distinction d'après les seuls critères pétrographiques et morphologiques.

Deux faciès pétrographiques présentent une bonne individualité : les calcaires à entroques glauconieux et les calcaires blancs de faciès urgonien ou approchant. Le sommet des premiers sera notre limite supérieure de l'Hauterivien, la base des seconds délimitera dans le Barrémien sens large, un Barrémien inférieur, recouvrant les faciès intermédiaires, et un Urgonien correspondant aux calcaires blancs sans préjuger de leurs âges respectifs.

Hauterivien n_3

Hauterivien inférieur : 20 à 25 m

Comme nous l'avons vu, cet étage débute par des niveaux marneux et marnocalcaires qui forment avec les couches tendres du Valanginien supérieur, la combe morphologique hauterivienne.

Les affleurements sont rares, entre autres, citons :

- la coupe des Rochats (x = 877,5 ; y = 180,9)
- la route St-Laurent - La Savine (x=878 ; y=181,7)
- les Moulins (x = 878,6 ; y = 183,4)
- Fort du Plasne (x = 879,5 ; y = 185,9)

La coupe des Rochats donne :

- Marnes grises, ou brunes par altération, plus ou moins ferrugineuses et oolitiques..... 5 m
- Calcaire roux détritique..... 2 m
- Marnes et calcaires marneux brunâtres..... 2 m
- Marnes et marnocalcaires gris à bleus, souvent glauconieuxes, affleurant mal, constituant les "calcaires bleus" des auteurs suisses.....10-15 m

Ces marnes assez riches en fossiles, ont fourni :

Ostrea couloni d'Orbigny (1)

Janira atava d'Orbigny

(1) Détermination A. Rollet.

Pecten goldfussi Desh.

Rhynchonella depressa Sow.

Rhynchonella multiformis Roehm

Terebratula valdensis De Loriol

Pleurotomaria neocomiensis

Serpula antiquata Sow.

Hauterivien supérieur

La coupe des Rochâts ne nous donne que la base de cette formation avec 2 m de calcaires glauconieux à entroques et débris. Ailleurs ces couches se montrent continues sur une vingtaine de mètres au moins : calcaire en petits bancs à stratification entrecroisée, patine brune, plus ou moins glauconieux, mais constituant le niveau le plus aisément reconnaissable de la série crétacée.

Au lieudit "Sur le Moulin" une coupe laisse voir la partie supérieure de l'étage :

- Calcaire roux organogène glauconieux, à entroques et bryozoaires..... 400 cm
- Marnes jaunâtres à débris d'huitres et rhynchonelles. 200 cm
- Calcaire organogène oolitique, à bryozoaires et entroques, un peu glauconieux..... 100 cm
- Calcaire en petits banc régulieurs, roux organogène, noduleux à la base..... 350 cm
- Calcaire roux organogène, aspect noduleux..... 250 cm
- Petits bancs de calcaire roux oolitique avec débris et un peu de glauconie..... 700 cm

A la disparition de la glauconie et à la généralisation des oolites nous plaçons la limite avec le Barrémien.

Barrémien n_4

- Calcaire roux, oolitique et graveleux..... 300 cm
- Calcaire oolitique, roux, à débris..... 400 cm
- Petits bancs de calcaire oolitique à ciment hyalin... 100 cm
- Calcaire oolitique, roux à beige, avec quelques entroques. Il est généralement stratifié en gros bancs. 1200 cm
- Fine oolite beige à ciment hyalin..... 200 cm

- Oolite beige plus claire avec débris (Bryozoaires...) 200 cm
- Calcaire beige clair, graveleux, à veines rougeâtres.. 100 cm
- Belle oolite blanche, ciment de calcite, Gastropodes.. 100 cm
- Calcaire beige clair, graveleux et oolitique à débris et grosses milioles..... 200 cm

Les niveaux du Barrémien inférieur rappellent d'assez près le Valanginien supérieur, pour que la confusion soit facile sur le terrain. Généralement peu fossilifères, ils ont livré près du hameau des Poncets entre St-Laurent et Grande-Rivière, une grande quantité d'oursins, très localisés dans la roche et lui donnant, à cet endroit, une allure de conglomérat. Ces fossiles : Heteraster ohlongus d'Orbigny, sont caractéristiques du Néocomien supérieur, et sont généralement associés à une faune de rudistes urgoniens, ce qui nous incite à rattacher les calcaires oolitiques au Barremien plutôt qu'à l'Hauterivien.

Barrémien supérieur ou Urgonien n^{5-6}

Le passage est en général très marqué des calcaires beiges ou brunâtres du Barrémien inférieur, au faciès urgonien très clair. En poursuivant la coupe précédente, nous avons :

- Calcaire blanc crème, saccharoïde à milioles.....850 cm
- Calcaire brechique à éléments blancs dans une pâte brun rose..... 300 cm
- Calcaire beige assez fin à milioles.....
- Calcaire fin, crème, veiné de rose.....
- Calcaire graveleux crème.....
- Calcaire beige à taches rousses. Milioles.....
- Calcaire crème à tendance graveleuse, foraminifères...

} 15 m environ

Cette série de calcaires blancs se présente en une masse mal stratifiée dont on n'observe jamais la limite supérieure généralement atteinte par l'érosion dès avant le Miocène.

D'autre part, masse rigide au coeur d'une série très souple, l'Urgonien conservé au coeur des synclinaux est très tectonisé.

Quelques faciès un peu différents se manifestent :

- Calcaires récifaux à rudistes et gastropodes, dans la région de Chaux des Prés.

- Calcaires blancs à petits brachiopodes: ces niveaux qui terminent la série à St-Laurent présentent ici un curieux faciès du sans doute à l'altération : on observe une craie blanche ou légèrement jaune, très friable, contenant de petits brachiopodes en grande quantité :

Zeilleria suprajurensis Leym (1)

Zeilleria tamarindus Sow.

Trouvé en affleurement réduit, ce faciès nous avait fait penser d'abord au Crétacé supérieur sédonien ou cénomanien, mais de larges affleurements ont été mis à jour par une tranchée de route, à l'Est de St-Laurent, qui montrent la continuité de ces couches avec le Barrémien classique.

Enfin, en allant vers le Sud du synclinal à partir des "Chauvins" apparaissent toujours à la partie supérieure de l'étage des faciès violacés bréchoïdes : calcaires roses ou violets, à grosses gravelles anguleuses blanches. Ce sont ces couches en particulier qui étaient exploitées par les marbreries de Chassal et Molinges, plus au Sud.

En même temps, on observe une augmentation de la puissance de l'étage qu'il faut attribuer soit à la sédimentation, soit à une érosion plus intense au Nord qu'au Sud.

3°) Albien C^1

En raison de sa faible épaisseur et de sa nature très tendre, cet étage affleure rarement quand il a été conservé.

La carte géologique au 1/80.000 indique deux gisements albiens dans notre secteur :

- Nous n'avons pu retrouver le premier, situé théoriquement à l'extrêmité Nord du lac de l'Abbaye. Si en deux points du même synclinal (Les Bez, La Ferté), les conglomérats miocènes recouvrent directement l'Urgonien, en un troisième point, découvert tout près de La Ferté dans l'axe d'une gouttière synclinale, existe entre le premier banc de conglomérat et l'Urgonien, une très légère combe équivalant à une cinquantaine de centimètres de dépôts tendres, peut-être s'agit-il d'un reste d'Albien conservé en fond de synclinal, aucun affleurement n'est venu le confirmer.

(1) Détermination A. Rollet.

- Le second gisement situé 1 km au Sud de Leschères, a été retrouvé à la faveur d'une tranchée d'adduction d'eau. L'affleurement ne correspondait pas exactement à celui mentionné sur l'ancienne carte qui le portait sur l'autre flanc de la vallée (ceci est du sans doute à l'imprecision de l'ancien fond topographique). Nous avons pu observer différents termes de la série albienne, bien individualisés, mais leurs épaisseurs respectives ainsi que leur ordre de superposition sont difficiles à préciser : ces couches très tendres étant conservées en bordure d'une faille et de surcroit au point de resserrement maximum du synclinal.

Avant de tenter d'en reconstituer la stratigraphie, nous décrirons d'abord les différentes couches rencontrées:

- Argiles plastiques

1 - argiles vertes ou jaune ocre, très fossilifères. Elles ont livré : Douvilleiceras mammillare Schl. et fragments

Hamites rotundus, Sow.

Hoplites sp.

Natilus clementianus d'Orb. ?

Pseudobelus minimus Lister

Inoceramus concentricus

Nucula pectinata

Trochocyathus conulus Phillips

ainsi qu'un grand nombre de gastropodes. Cette faune pyriteuse caractérise l'Albien inférieur.

2 - Argiles plastiques noires à violacées, peu fossilifères. Elles ont livre quelques petites ammonites rouges sans ornementation ainsi qu'un fragment semblant appartenir à Douvilleiceras mammilare. Ces argiles renferment des nodules rouges dont le coeur est occupé par une géode de calcite, peut-être phosphatés et des nodules de marcassite.

3 - Nous avons récolté, emballés dans les argiles vertes et jaunes quelques fragments de la taille du poing, correspondant à deux types pétrographiques que nous n'avons jamais trouvé à l'affleurement:

*1 1a - Calcaire marneux sublithographique de couleur ocre à rares débris de gastropodes et grains fins de quartz détritique.

*1 1b - Conglomérat à éléments de petite taille (1 à 2 cm). Le ciment abondant calcaréogréseux de teinte claire

renferme de nombreux grains arrondis de glauconie. Le quartz abondant est généralement anguleux.

Les éléments sont surtout de calcaire du type l 1a, de calcaire gréseux, de grès glauconieux et de quartz bien roulé, à extinction souvent onduleuse. La faune est réduite à quelques débris de lamellibranches, echinodermes, et rares foraminifères.

- Sables verts

Deux petites tranchées, encore visibles sont ouvertes dans des sables très argileux de teinte verte à vert jaune. Ils sont constitués en majorité de quartz limpide anguleux très fin et de glauconie.

La faune est peu abondante:

. foraminifères arenacés
. rares débris de bivalves
. oursins
. Echinospatagus collegnii d'Orbigny

Leur contenu minéralogique est caractérisé par une association de zircon, rutile, anatase et tourmaline.

4°) Cénomanien Turonien C2

200 m au Nord des affleurements albiens existe le gisement bien connu de la "craie" de Leschères. Découverte par E. Bourgeat dès 1884, cette formation fut attribuée au Cénomanien.

Elle affleure en une bande d'une centaine de mètres de long, sur à peine une dizaine de mètres de large. Son épaisseur peut être évaluée à plus d'une quinzaine de mètres, mais sans doute plus car on ne possède de limite ni inférieure ni supérieure.

Cette "craie" est en fait un calcaire marneux blanc jaunâtre se débitant en plaquettes contenant des rognons siliceux, surtout vers le sommet, où la teinte devient plus claire et le débit plus schisteux.

La macrofaune y est très peu abondante, nous n'y avons découvert que de rares empreintes d'inocerames.

Les lames minces effectuées dans la série indiquent le même faciès micrographique que la craie de Lains décrite par M. Dreyfuss en 1932.

- abondance des microorganismes de petite taille :
  foraminifères uniloculaires (Lagénidés) = fissurines
- globigerines
- rotalidés
- spicules de spongiaires.

On remarque que la taille des organismes croit à mesure qu'on s'élève dans la série, ainsi que la fréquence des globigerines et rotalidés.

Le ciment est calcaire, légèrement marneux avec de rares grains de quartz.

Nous sommes sans doute ici au sommet du Cénomanien ou à la base du Turonien, en effet, le Cénomanien inférieur affleure à quelque distance dans le synclinal des Lidoux où E. Bourgeat a décrit une faune abondante. D'autre part, le même auteur a découvert dans la partie supérieure du gisement en plus de Inoceramum cuneiformis du Cénomanien I. lamarcki indiquant un âge plutôt Turonien. Enfin, l'aspect plus blanc des couches supérieures et l'abondance des globigerines rappellent les caractères de la craie probablement sevonienne de Lains.

*

* *

IV - L'OLIGOCENE g (Voir planche 6)

Nous pouvons rapporter à cette époque trois formations détritiques dont l'âge n'est pas connu avec certitude et que nous avons découvertes :

- Près d'Angelon (x = 868,7 ; y = 167,5)
- Près de Leschères (x = 868 ; y = 167,04)
- Près du lieudit "Sur le Moulin (x = 873,4 ; y=175,2)

- un dernier affleurement situé près des "Mouillés" (x = 876,5 ; y = 173,6) vient d'être étudié (1965) par S. et A. Guillaume et classé par eux dans l'Oligocène.

1°) Affleurement d'Angelon

Le secteur Nord-Est de la dépression triangulaire de Leschères est occupé par une large butte à morphologie glaciaire, et interprétée jusqu'ici comme telle. Sur son bord oriental, un élargissement de la route Leschères-Angelon, a découvert sur près d'une centaine de mètres une formation détritique ne pouvant se rapporter à aucune des séries connues dans la région. Par la suite d'autres affleurements de mauvaise qualité, repérés vers le centre de la butte confirmaient que cette dernière n'était pas d'origine glaciaire, mais seulement recouverte de quelques placages.

Cette formation apparait en une masse homogène, aux stratifications peu visibles soulignées seulement par quelques niveaux conglomératiques peu résistants.

D'Est en Ouest, nous trouvons :

A - 1 - Conglomérats et grès grossiers affleurant mal, avec pendage voisin de la pente du talus.

2 - Marnes jaunâtres sableuses

3 - Cailloutis-conglomérat mal consolidé ou grès grossier

4 - Grès tendres

5 - Sables argileux homogènes

6 - Conglomérat ou cailloutis à éléments de tailles très diverses, jusqu'à 30 cm

7 - Marnes jaunes sableuses

8 - Marnes blanchâtres panachées de roux. Elles contiennent successivement des nids de cailloux calcaires blancs de la taille de graviers, quelques gastropodes lacustres (Melania, Helix...) et des boudins calcaires tronçonnés.

Cette série, pendant régulièrement de 30 à 40° Est, est marquée sur une dizaine de mètres par des formations superficielles.

La coupe reprand ensuite avec :

B - 1 - Conglomérats très mal consolidés et cailloutis

2 - Grès tendres

3 - Marnes sableuses et sables.

Cette série semble constituer un petit mouvement anticlinal mais les pendages assez indistincts rendent difficile l'établissement d'une stratigraphie précise ; de plus une petite faille sépare ce secteur de coupe du suivant qui comprend :

C - 1 - Marnes gréseuses à graviers

2 - Cailloutis et graviers mal consolidés

3 - Marnes sableuses avec passages gréseux tendres.

Examen des différents termes

- Marnes blanches

Ces marnes ne présentent pas de stratification visible. Les boudins et cailloux sont constitués de calcaire marneux gris clair. Les premiers seraient des pistes d'animaux fouisseurs, les seconds des concrétions.

Les fossiles à l'état de moules internes mal conservés, pourraient se rapporter au Chattien, mais leur détermination est très problématique.(1)

Au lavage, apparait un fort pourcentage d'éléments calcaires, un peu de quartz limpide et mal roulé, quelques grains arrondis de glauconie et comme traces organiques, de petits tubes calcaires peu caractéristiques.

- Marnes jaunes et sables argileux

Plusieurs prélèvements dans les marnes jaunes, les marnes sableuses ou les sables argileux, laissent apparaitre une grande quantité de quartz généralement peu roulé, et un peu de glauconie ; les éléments calcaires dominent encore. A plusieurs niveaux nous avons identifié des oogônes de characés.

- Grès et conglomérats

. Grès fins.

Le passage est pratiquement continu entre les sables et les grès fins généralement tendres. Nous avons effectué une lame mince dans un de ces grès :

---

(1) Nous remercions Monsieur l'Abbé Rey, du Muséum d'Histoire Naturelle de Nantes, qui a bien voulu examiner nos fossiles et nous indiquer, sous toutes réserves, la possibilité d'un âge Chattien.

Ag6 : grès calcaire à quartz très abondant, le plus souvent peu roulé, pauvre en glauconie. Les éléments calcaires comprennent des calcaires à lagenidés, à bryozoaires, quelques fragments roulés d'echinodermes, et des grains de calcite cristalline.

. Grès grossiers et conglomérats.

Ils constituent quelques bancs de 30 à 50 cm dans la série monotone des marnes et sables, et sont assez peu cohérents. Quelques lames minces ont été effectuées :

LS_I : Grès grossier à éléments calcaires, grains de quartz peu roulés et fragments d'echinodermes (entroques), bryozoaires, et peu de glauconie.

LS_{II} : Grès très grossier passant au conglomérat, éléments rouges. Le quartz et la glauconie sont peu abondants.

On reconnait dans les éléments calcaires :

. calcaire à Lagenidés
. calcaire glauconieux à globigerines
. calcaire gréseux rougeâtre
. calcaire gréseux glauconieux
. calcaire grumeleux
. calcite fibreuse
. silex

LS_{III}: Grès conglomératique à éléments calcaires. En plus de ceux déjà vus nous trouvons :

. des calcaires à lagenidés et rotalidés
. des calcaires à spicules d'éponges
. des calcaires à milioles
. des calcaires à bryozoaires

Ag1 : Grès conglomérat bien cohérent à quartz peu roulé, contient à peu près tous les éléments déjà vus et surtout des calcaires gréseux bruns. On remarque une section de characée.

Ag2 : Grès très grossier à éléments moyennement roulés et ciment très peu abondant et gréseux. La plupart des éléments sont des calcaires gréseux, brunâtres et des calcaires grumeleux azoïques. Il existe quelques beaux grains de quartz roulé.

Quant aux conglomérats proprement dits, leur intérêt réside surtout dans la nature de leurs éléments, dont la taille et la distribution sont également irrégulières. Les plus gros atteignent 30 à 40 cm de diamètre mais sont assez rares. Tous sont grossièrement roulés. D'après leur nature nous pouvons distinguer plusieurs catégories :

. les silex : en plus des nombreux éclats, existent quelques beaux rognons typiques de la craie.

. des galets de crétacé que nous avons vu représentés dans les grès

. quelques rares éléments de $J_u$rassique supérieur

. enfin, un grand nombre de galets n'ont pu être rapportés à aucune formation connue de la région. Nous avons effectué quelques lames minces dans ces éléments :

A - LS_1 : Calcaire beige clair très fin, contenant de nombreuses planorbes du genre Pseudoammonius à remplissage calcitique, qui les rend impossibles à dégager et quelques traces de coquilles fines, peu identifiables. $D_e$ux blocs peu roulés, de 20 à 30 cm de diamètre ont été trouvés du même type.

B - LS_2 : Calcaire beige ocre d'aspect gréseux.
LS_{10} La pâte grumeleuse à veinules sombres contient :
. des galets de calcaire blanc fin
. des galets rubéfiés
. des vacuoles remplies d'une pâte calcaire claire où s'individualisent des gravelles de la pâte ocre.

LS_6 : Calcaire d'aspect voisin, mais la pâte est ici ocre rose, et contient un grand nombre d'éléments détritiques, grains de quartz et galets de 1 à 2 cm. La pâte apparait floconneuse et contient des grains de quartz, de la glauconie et des galets de calcaires à microorganismes (algues ?)

C - LS_3 : Calcaire beige fin, à allure de brèche : de gros éléments clairs à contours anguleux sont pris dans une
LS_4 pâte brunâtre d'allure graveleuse. Au microscope, pâte et galets apparaissent constitués de la même pâte graveleuse.

D - LS_7 : Calcaire fin, beige brun, à traces sinueuses blanches s'ouvrant en géodes ou veinules de calcite, certains de ces filonnets sont remplis par le ciment gréseux du conglomérat.

E - LS_9 : Calcaire gréseux ou grès à ciment argilocalcaire de teinte rouge à rouge brique, homogène. Assez abondants, ces éléments donnent aux conglomérats leur teinte colorée.

F - LS_{11} : Calcaire grossier brunâtre. Une pâte claire, peu abondante cimente de petits éléments bruns de forme irrégulière.

G - LS_{13} : Galet de grès grossier montrant un classement des éléments. Quartz abondant et bien roulé, éléments de calcaire microcristallin, ciment calcaire peu abondant.

Ag4 : Galet de grès fin, montrant une belle stratification; le quartz y est très abondant et peu roulé. Les éléments calcaires sont peu individualisés, on reconnait cependant des calcaires à Lagenidés. On observe enfin quelques sections de characés.

2°) Affleurement de Leschères

Dans le même synclinal et en une position symétrique, le long du flanc Ouest, l'ouverture d'une tranchée, que nous n'avons malheureusement pu observer ouverte, ramena en surface des éléments rappelant par bien des côtés la formation d'Angelon.

La tranchée débutait beaucoup plus près de l'Urgonien et après une zone d'éboulis et de déblais de la route apparaissaient des marnes grises et rouges à nodules calcaires blanchâtres, puis de nombreux blocs de grès et conglomérats.

- Les marnes malheureusement contaminées par la terre végétale et peut-être par l'Albien, présentaient en lavage un important contenu grossier, avec surtout :

. quartz luisant
. débris calcaires
. éléments rougeâtres rubéfiés
. glauconie très abondante en grains arrondis
. quelques foraminifères roulés.

- Les grès et conglomérats, à la différence de ceux d'Angelon, étaient tous bien consolidés.

Ne pouvant donner une coupe, nous décrirons quelques échantillons :

LE 1 : Grès fin de teinte claire.
L.M. : Grès homogène, quartz, quelques plagioclases, glauconie abondante, grains calcaires, limonite, quelques foraminifères planispiralés.

LE 2 : Galet de grès grossier présentant des stries tectoniques et repris dans un conglomérat.
L.M. : Grès conglomératique, à éléments bien roulés, surtout calcaires (calcaires à Lagenidés, calcaire oolitique), ciment calcitique avec de gros quartz roulés.

LE 3 : Grès grossier passant au conglomérat, avec silex et nombreux éléments rubéfiés.
L.M. : grès calcaire avec quelques grains de quartz, éléments du Crétacé supérieur, moyen et inférieur, ainsi que des fragments de calcite fibreuse.

LE 4 : Grès presque totalement calcaire à quartz et glauconie rare, fragments nombreux de calcite fibreuse.

LE 6 : Grès plus ou moins fins, passant à des conglomérats,
8 à silex, éléments rubéfiés et calcite stalagmitique.
9

LE 7 : Galet de calcaire orangé, à allure de conglomérat où des éléments clairs concretionnés sont repris dans une pâte fine plus rouge. Le quartz est très peu abondant, et la structure parait très floue en lame mince. Ce faciès rappelle certains galets d'Angelon.

En conclusion à l'étude de ces deux gisements nous pouvons formuler plusieurs constatations :

1 - D'après leur similitude de gisement et de faciès, il nous semble permis de réunir les formations d'Angelon et de Leschères, le premier représentant plutôt le sommet de la série tandis que le second serait plus près de la base.

2 - L'épaisseur n'est pas mesurable directement. Nous pouvons l'estimer à environ 20 m pour la coupe d'Angelon, mais nous n'avons ni la base ni le sommet des couches. D'autre part, les affleurements du centre du synclinal sont à une altitude supérieure de 30 m à celle du fond marécageux ; cette valeur est donc également un minimum car il est probable que le synclinal s'approfondit notablement en son centre ou sur son bord Est.

3 - Ces couches ont été affectées par la tectonique : d'une part, les pendages présentent d'importantes variations, d'autre part, on observe de nombreux galets striés ou cassés et recimentés dans une position decalée ainsi que la calcite maclée.

4 - Les seuls renseignements sur l'âge de ces formations intéressent les affleurements d'Angelon.

- Nous fondions quelque espoir sur les fossiles récoltés à Angelon, mais nous avons vu qu'il est impossible d'en tirer une certitude, L'attribution au Chattien n'étant qu'une faible probabilité.

- Nous nous aommes alors tournés vers la technique de l'étude minéralogique statistique. La nature détritique de la série s'y prêtait bien, d'autre part, les récentes études selon cette même méthode de S. Duplaix et S. Guillaume sur le Crétacé et le Tertiaire du Jura ont permis un bon étalonnage.
S. Duplaix a bien voulu se charger de l'étude de 6 échantillons d'Angelon

. conglomérat X6
. marnes jaunes AN V
. Grès tendres AN IV
. sables X3
. marnes blanchâtres An III
. marnes blanchâtres à Helix X1

A titre de comparaison, deux échantillons d'Albien, prélevés au Sud de Leschères, ont été étudiés également :

. LC 1 : sables verts argileux
. LC 2 : sables verts argileux.

ainsi que 3 échantillons miocènes, provenant des pertes du lac de l'Abbaye :

. M 9 : Molasse marneuse à huitres
. M 8 : Molasse gréseuse
. M 7 : Grès fins.

Les formations d'Angelon apparaissent caractérisée par une association :

- Tourmaline
- Staurotide et Zircon
- Rutile, Atanase, Disthène, Andalousite.

L'association albienne est assez différente :

- Zircon
- Rutile
- Anatase
- Tourmaline
- Staurotide

Enfin, nous avons pour le Miocène :

- Epidote en très grosse majorité
- Grenat
- Zircon, Tourmaline, Sphène, Anatase, Disthène

Nous constatons que ces résultats sont parfaitement homogènes entre eux, et conformes aux diagrammes, miocènes et albiens pour les échantillons de référence, et oligocènes pour les formations d'Angelon. Ceci vient confirmer ce que laissait prévoir la paléontologie et nous pouvons, en attendant d'avoir d'autres arguments, attribuer ces formations à l'Oligocène.

Notons cependant que des résultats très différents ont été obtenus par J.P. Vernet (1958) sur le Chattien de la Morges (Suisse) à environ 12 km à l'Ouest de Lausanne, où l'association dominante était : Grenat - épidote , association que nous trouvons ici dans les couches miocènes.

Ces différences peuvent toutefois s'expliquer par la situation de ce dernier affleurement : les apports ayant pu être très différents pour une même période dans la plaine suisse et sur la plateforme jurassienne que n'atteignaient pas les minéraux alpins.

Quant aux éléments repris dans les conglomérats, si les grès peuvent appartenir au Stampien moyen ou inférieur, les calcaires d'apparence lacustres et particulièrement les calcaires à planorbes peuvent se rapporter soit à l'Eocène, les planorbes affichent en effet une certaine ressemblance avec pseudoammonius, soit au Sannoisien. Des sédiments lacustres de ce dernier étage sont connus dans la vallée de Joux (Aubert D. 1943).

3°) Affleurement des Mouillés

S. et A. Guillaume (1965) ont décrit tout récemment ce gisement et l'ont attribué, après étude du contenu minéralogique, à l'Oligocène, plus précisément au Chattien.

L'affleurement se situe le long de la route des Mouillés à Château-des-Prés à l'endroit où cette route entame les premières couches jurassiques : dolomies portlandiennes de l'anticlinal de Château-des-Prés inclinées à 70° Est-Sud-Est. En bordure de la route, et dans une petite carrière, affleure sur 10 à 15 m une formation de conglomérats ou grès calcaires, apparemment plaquée contre les bancs dolomitiques. Latéralement, vers le Nord-Est et le Sud-Ouest, nous avons retrouvé sur une centaine de mètres plusieurs pointements réduits, alignés à flanc de coteau le long de la combe purbeckienne, dont ils dominent le fond, d'une dizaine de mètres. La largeur attribuable à cette formation ne semble pas excéder 1 à 2 m.

Ni le pendage, ni le rapport avec les couches jurassiques n'apparaissent clairement.

Description

La formation se présente sous des aspect assez divers suivant les endroits :

- grès calcaire à rares galets roulés
- conglomérat à galets anguleux
- brèche vacuolaire à nombreux éléments dolomitiques. Par dissolution, les galets dolomitiques apparaissent en creux.

En lame mince, ces échantillons présentent par contre beaucoup d'affinités :

- Les éléments sont le plus souvent mal roulés et constitués :
  . de calcaires oolitiques valanginiens
  . calcaires glauconieux hauteriviens
  . calcaires fins portlandiens
  . dolomies portlandiennes.

- Le ciment contient peu de quartz et est constitué presque uniquement d'éléments crétacés, très peu roulés et recimentés : bryozoaires, oolites, entroques, débris d'echinodermes, débris divers, grains de glauconie, foraminifères... Si ce n'était la présence des galets et d'un plus fort pourcentage de quartz, la pâte de ce conglomérat se confondrait facilement avec un calcaire détritique crétacé inférieur.

Les vacuoles observées sur bon nombre d'échantillons, apparaissent tapissées de calcite en grands cristaux.

Echantillons LM_{1*} LM_{2*} M_{o*}
$M_{o1'}$ 2' 3' 4' 5...

L'unité d'origine des éléments, leur aspect peu roulé, la présence de fragments dolomitiques tendres, indiquent clairement l'origine locale de cette formation. Elle a pu se former aux dépens du relief crétacé voisin, dont les éléments ont été recueillis dans la combe purbeckienne, l'érosion et la tectonique expliquent sa position surélevée par rapport au niveau actuel du Purbeckien.

4°) Affleurement "Sur le Moulin"

Nous verrons ici un affleurement qui présente quelque analogie de position avec le précédent, mais dont les caractères sont tout à fait différents.

Au lieudit "Sur le Moulin" (x = 873,4 ; y = 175,2), une poche karstique ouverte au sommet d'une petite carrière de Barrémien renversé à 65°, présente un remplissage remarquable :

Il s'agit d'une formation relativement meuble contenant :

- De gros éléments de 5 à 10 cm
  . silex rognoneux
  . silex stratoïdes
  . rares fragments calcaires

- Des éléments plus fins, jusqu'à 5 cm
  . silex et chailles
  . nodules roulés blanc crayeux, siliceux (calcédoine, opale, quartz) très riches en spicules d'éponges
  . dragées de quartz très abondantes
  . nodules de marcassite radiée transformée en limonite.

Le tout est emballé dans des éléments fins argilo sableux passant à la terre végétale. La patine noire dont les éléments sont recouverts fait penser à un dépôt sidérolithique, ainsi qu'à certains dépôts de grottes (Paradis, Cavottes, Caborne de Menouille). Presque tous ces éléments pourraient provenir de l'altération de la craie : les silex et nodules de marcassite d'une part, d'autre part les nodules blancs, crayeux qui sont en tous points semblables aux nodules imparfaitement silicifiés et poreux du Cénomanien. L'Albien a pu fournir les dragées de quartz. Ainsi nous pouvons supposer que ce dépôt s'est formé à une période où existaient à proximité des affleurements cénomaniens et albiens. Or la transgression miocène s'effectue ici sur l'Urgonien, il faudrait donc attribuer cette formation à l'Oligocène ou peut-être même à l'Eocène.

Conclusions :

En résumé, les dépôts présumés oligocènes appartiennent à deux groupes :

- Des dépôts de caractère très local peu élaborés tels ceux des Mouillés et de Sur le Moulin dont la position discordante fournit des renseignements sur la tectonique.

- Des dépôts de bassin lacustre ou semi-lacustre, bénéficiant d'apports plus lointains et d'un tri important, tels ceux de Leschères et Angelon.

Dans l'élaboration de ces dernier apparaissent deux stades : un bassin initial lacustre, à sédimentation surtout calcaire, ou calcaréogréseuse, d'âge éocène (planorbis pseudoammonius ?) ou Sannoisien, et une période d'érosion,

succédant à une phase tectonique, qui demantèle les sédiments lacustres antérieurs. Il parait vraisemblable d'attribuer au Stampien la phase tectonique si l'âge des formations marno-gréseuses est bien Chattien.

L'extension originelle de ce bassin est difficile à préciser, les affleurements manquent vers le Sud, et, au Nord, il apparait que la transgression miocène s'effectue sur l'Urgonien. Deux hypothèses peuvent être envisagées :

- Un bassin limité à la zone d'affleurement actuelle

- Des dépôts de grande extension qui auraient été enlevés au Nord par l'érosion antémiocène, et conservés ici grâce à une structure favorable. Cette structure pourrait être constituée par l'abaissement du synclinal vers le Sud en gradins successifs, elle expliquerait également la conservation dans le même secteur de l'Albien et du Cénomanien qu'on ne retrouve plus au Nord.

Les formations de "Sur le Moulin" et des "Mouillés" confirmeraient cette impression, leur position implique en effet une phase tectonique souple à laquelle nous rapporterons l'élaboration des structures synclinales susceptibles d'accueillir les bassins lacustres.

*

* *

V - MIOCENE m1 (Voir planche 6)

La plupart des gisements miocènes de la région sont connus de longue date. Ainsi les trois gisements de :

- Fort du Plasne (x = 879,5 ; y = 185,3)
- La Ferté (x = 875,2 ; y = 177,8)
- Les Bez (x = 873 ; y = 175,6)

ont été décrits par (Frère Ogérien, 1865, M. Benoit, 1860; G. Dollfuss, 1887, E. Bourgeat, 1895; M. Pierçon, 1932).

Nous avons pu repérer d'autre part quelques affleurements nouveaux de Nord au Sud :

- La Ferté 2 (x = 874,9 ; y = 177,6)
- Les Jeannez (x = 876,45 ; y = 179,4)
- La Scierie Vuillet (x = 873,8 ; y = 175,6).

1°) Fort du Plasne

Découvert par Frère Ogérien, cet affleurement aujourd'hui extrêmement médiocre, présentait la succession suivante :

- molasse jaunâtre sableuse avec rognons et fossiles, venant du Gault et d'autres miocènes.
- molasse compacte à gros bivalves
- marnes bleu-vert sans fossiles.

On n'observe plus actuellement que des niveaux verdâtres, argilogréseux contenant des silex, huitres et coquilles indéterminables. Il s'agit sans doute d'un faciès d'altération du grès molassique (terme 2 d'Ogérien) qu'on rencontre en fragments : grès vert argileux avec galets, pectens et bivalves. Une abondante faune provenant de ce gisement a été décrite par P. Choffat (1890). Citons pour mémoire :

- Balanus
- Buccinum
- Natica burdigalensis
- Trochus angulatus
- Tapes vetula
- Venus
- Pectunculus
- Pecten
- Ostrea
- Bryozoaires
- Polypiers.

2°) Les Jeannez

M. Pierçon (1932) fait allusion à des fossiles miocènes recueillis et décrits par P. Choffat en 1890, aux Mussillons. Nous n'avons pu retrouver la note de P. Choffat (Declume, 1890). Le gisement de la Ferté situé aux Mussillons

était déjà bien connu à cette époque, il serait donc curieux qu'il fut désigné sous un autre nom. Peut-être s'agit-il de celui que nous appellerons gisement des Jeannez situé un peu au Nord des Mussillons et qui n'est mentionné nulle part ailleurs.

On observe, dans le fond d'un synclinal Urgonien, redressé à l'Est et peut-être faillé sur ce bord Est, un mamelon correspondant aux couches miocènes.

- Dans les parties basses affleurent des sables argileux verts, sans fossiles ni microfaune, et qui paraissent reposer sur l'Urgonien.

- Sur la petite butte affleurent en quelques points des grès molassiques verts à nombreuses coquilles et silex. Leur faciès est très voisin de la molasse de Fort du Plasne en moins argileux et plus riche en coquilles. Les huitres dominent alors qu'à Fort du Plasne, nous avions surtout des Pectinidés.

3°) La Ferté

1 - Le premier gisement, situé le long de la route de l'Abbaye aux Mussillons, a été abondamment décrit et parfois de façon contradictoire.

Les couches affleurent sur le bord Ouest d'un large synclinal redressé à 70°. Elles surmontent sans discordance angulaire notable un Urgonien qui parait toutefois réduit.

La tectonique, ainsi que les irrégularités probables de la surface de base urgonienne, rendent difficile la lecture de la coupe, ce qui explique les interprétations différentes.

Nous avons observé, de bas en haut :

- Conglomérat de base à dominance calcaire, les éléments sont surtout des galets de Crétacé ou Jurassique ainsi que des silex. Leur taille moyenne est de 5 cm.

- Lumachelle calcaire à pectens et lumachelles à huitres d'aspect voisin entre elles et d'aspect semblable au poudingue de base. Elles se succèdent dans un ordre que nous n'avons pu déterminer avec certitude.

- A quelque distance une tranchée a ramené en surface des blocs appartenant à la série surmontant la lumachelle calcaire. Ce sont :

. des grès grossiers, coquillers, glauconieux, rappelant la molasse gréseuse de Fort du Plasne
. des grès grossiers glauconieux.

- Localement affleurent des sables verts très fins, qui, par leur position couronneraient la série.

L'ensemble atteint environ 10 m de puissance.

2 - Vers l'Ouest, l'Urgonien sur lequel est plaqué la molasse de la Ferté (1) dessine un repli anticlinal. Au delà de ce repli, nous retrouvons en position synclinale avec un très faible pendage Sud-Ouest, un banc de 50 cm de poudingue identique au précédent, avec silex et nodules de limonite. Le contact avec l'Urgonien n'est pas visible, le conglomérat est en effet séparé de ce dernier par une légère dépression. Le sol, d'allure sableuse nous a livré quelques fragments de dents de poissons. E. Bourgeat avait déjà signalé à la Ferté (1) des dents de Lamna. Nous avions évoqué la possibilité de voir là un reste de l'Albien. Les dents de poisson sont un faible argument pour conclure au Miocène. Le même problème se pose d'ailleurs pour les sables des Jeannez.

4°) Les Bez

Découvert par E. Bourgeat, le Miocène des Bez est tranché en longueur par la route de Chaux-des-Pré à St-Laurent. Là encore il est impossible de mettre en évidence une discordance angulaire avec le substratum urgonien. Le contexte est le même qu'à La Ferté, les formations miocènes affleurant contre les couches redressées à 70° du flanc Ouest du synclinal de l'Abbaye, qui s'est élargi par rapport à la Ferté, à la suite de la disparition des replis anticlinaux des Mussillons.

La coupe présente :

1 - Conglomérat de base calcaire, de teinte claire, à ciment peu abondant, contient quelques silex et des grains de glauconie et nodules ferrugineux.

Localement, l'Urgonien est recouvert directement par une lumachelle d'huitres brisées de teinte rougeâtre, à tendance conglomératique, sans doute passage latéral du conglomérat ou formation lenticulaire.

2 - Grès verts fins et tendres

3 - Sables verts, fins, sans fossiles

4 - Par endroits, affleure un conglomérat très différant du Poudingue de base. Son ciment gréseux, glauconieux est très abondant et comparable aux grès verts (2).

Remarque : Une vingtaine de mètres plus au Sud, affleure un banc de conglomérat épais de 20 cm pris entre deux bancs urgoniens. Ce conglomérat est en tous points semblabe au poudingue de base (silex, nodules de limonite, etc...). Sa position insolite s'explique par la présence de replis aigus mais de faible extension qui affectent ce flanc du synclinal. C'est au coeur de l'un d'eux, plus ou moins faillé, que ce Miocène laminé fut conservé.

5°) Scierie Vuillet (voir planche 7)

Une exploration souterraine nous a fait découvrir dans la grotte qui sert d'exutoire au Lac de l'Abbaye, un nouvel "affleurement" de Miocène. Fait curieux, le ruisseau issu du lac s'enfonçait perpendiculairement à la corniche urgonienne aux pendages légèrement inverses. Le sol apparaissait sableux et aux points bas du toit était plaquée une sorte de brèche ou conglomérat à silex.

Il s'avèra que la grotte s'est développée dans le plan d'une faille inclinée à 30° environ, au contact entre l'Urgonien très soluble et les couches miocènes argileuses et plus imperméables.

A partir de divers éléments récoltés en plusieurs points de cette grotte, la série peut être ainsi reconstituée, l'ordre de succession n'est que probable, car nous ne l'observons pas directement :

1 - Grès vert molassique. De loin, cet élément est le plus abondamment représenté.

2 - Molasse glauconieuse, gréseuse, à grandes coquilles d'huitres et galets noirs. Ce grès coquillier très cohérent se rencontre en fragments en divers points de la grotte, nous ne l'avons pas observé en place. Il présente les mêmes caractères que celui des Jeannez, voisin lui-même du grès coquiller de Fort du Plasne.

3 - Dans la partie supérieure de la grotte apparaissent en tranchée des marnes noires à gris foncé, très tectonisées, dans lesquelles apparaissent :
. des fragments de molasse gréseuse (2)
. des fragments de molasse marneuse noire, assez analogue aux marnes encaissantes, mais contenant une quantité de très grandes huitres blanches peu brisées.

4 - Enfin, ces marnes sont couronnées par deux formations bien stratifiées, épaisses de 50 cm environ.
. marnes grises micacées
. grès jaune argileux.

Ces dernières couches ne sont sans doute qu'un remaniement superficiel de la série miocène.

6 - Quant au conglomérat plaqué au toit de la grotte, un examen nous montre :
. une partie supérieure, uniquement constituée d'Urgonien broyé et recimenté.
. une partie inférieure formée en majeure partie d'Urgonien en galets mal roulés, et de nombreux silex, le tout repris par un ciment gréseux, peu abondant.

Il s'agit sans doute d'une brèche de friction jalonnant le plan de faille.

Nous pouvons comparer les grès fins à ceux rencontrés aux Bez, ainsi qu'aux sables verts de la Ferté ou des Jeannez. La molasse gréseuse à huitres correspond bien à celle de la Ferté, des Jeannez et de Fort du Plasne.

Les marnes et molasse marneuse sont donc un terme nouveau dans ce secteur, peut-être correspondent-elles aux marnes grises observées par G. Dollfuss, aux Verrières.

Il nous manque donc la partie inférieure de la coupe conglomérats et molasses calcaires qui constituent l'essentiel des affleurements des Bez et de La Ferté. Ne pouvant atteindre le contact avec le substratum urgonien, il nous est impossible de préciser si,comme aux Jeannez, ces formations sont absentes.

+ Une centaine de mètres au Sud de la Scierie, une tranchée de drainage en bordure de la route, mettait au jour des sables verts argileux, sans fossiles et contenant quelques morceaux de molasse gréseuse semblable au niveau (2) de la grotte. Ces sables proches d'aspect de ceux des Bez ou de la Ferté, et contenant des blocs de Miocène reconnu, sont probablement de même âge.

Or, nous avons trouvé également dans ces sables quelques blocs d'un calcaire crayeux très tendre, fin, en apparence lacustre.

SM 3 : La lame mince montre une pâte fine, pétrie de très petits organismes généralement sphériques et à structure parfois dentelée. Il pourrait s'agir d'algues d'eau douce.

Serait-ce là l'indice d'un épisode lacustre miocène supérieur ? La découverte de cette formation en place pourrait apporter des enseignements plus valables.

Conclusions :

A partir de ces divers affleurements, peut se définir une série miocène type :

1 - conglomérat de base

2 - molasse calcaire

3 - molasse gréseuse

4 - grès et sables

5 - molasse marneuse.

Ce cycle transgressif, selon une hypothèse émise par C. Saraïs, pourrait peut-être se décomposer en deux. Une seconde transgression peut être déduite de la présence aux "Bez" d'un conglomérat supérieur (niveau 4 des Bez).

Des indices d'un stade terminal lacustre existent à l'Abbaye.

*

* *

VI - FORMATIONS GLACIAIRES (Voir planche 13)

Les dépôts glaciaires présentent uniformément un aspect jeune qui nous les fait rattacher à la glaciation wurmienne, encore qu'à Leschères par exemple, un sol bien évolué, se soit développé à leur surface.

Nous distinguerons quatre ensembles de dépôts :

- Le Glaciaire des Plateaux
- Le Glaciaire de la Combe-des-Prés
- Le Glaciaire du Grandvaux
- Le Glaciaire de la Vallée de la Bienne.

1°) Formations des plateaux

Sur le substratum de calcaire jurassique supérieur de l'anticlinal de Château-des-Pré, se rencontrent des placages sporadiques de matériel argileux à éléments calcaires peu abondants. Leur épaisseur n'est jamais très grande, et leur distribution sans loi précise. Ils abondent surtout à l'Est de l'Abbaye et de Château-des-Prés, déterminant généralement des clairières dans la forêt de sapins.

Au sein d'un de ces placages situé au point de coordonnées x = 817,5 ; y = 178,7, un pointement du substratum présente un bel exemple de poliglaciaire avec stries orientées Sud-Est - Nord-Ouest, soit à peu près perpendiculairement aux structures.

2°) Formations de la Combe-des-Prés

Dans cette combe à substratum d'Argovien marneux, les placages glaciaires abondent avec les caractères généraux des moraines de fond et sur des épaisseurs réduites si bien que souvent les marnes argoviennes apparaissent à la faveur d'un lit de ruisseau ou de travaux humains.

Le modelé de cette combe est caractérisé par la présence de nombreuses buttes allongées dans le sens des structures et qui s'avèrent dues plutôt à l'érosion qu'à l'accumulation, en effet, les marnes et marnocalcaires argoviens ont constitué un matériau très malléable à l'action de la glace dont les effets étaient moindres sur les surfaces calcaires.

Le profil de ces buttes est d'ailleurs typique des formes de moraines de fond : un flanc Nord-Est abrupt et présentant des affleurements argoviens et un flanc Sud-Ouest en pente douce recouvert de moraine.

3°) Formations du Grandvaux

Présentes à peu près partout, elles gênent considérablement l'observation du substratum secondaire et tertiaire. Nous distinguerons :

1 - Des dépôts indifferenciés du même type que ceux des plateaux ou de la Combe-des-Prés, sédiments argilo-silteux avec sables, graviers et blocs calcaires de taille peu importante, qui forment une pellicule irrégulière, localisée surtout dans les combes et les surfaces planes. Remaniés parfois par des écoulements locaux, ces dépôts évoluent vers un aspect fluvioglaciaire de graviers argileux (x = 877 ; y = 179).

Quand leur topographie constitue un bassin fermé, ils donnent lieu à des formations tourbeuses qui aggravent encore leur imperméabilité. En effet, sous la tourbe se constitue par attaque des éléments calcaires, par les eaux acides, une couche d'argile blanchâtre plastique. Quant aux épaisseurs de formations tourbeuses, souvent assez faibles (50 cm à 1 m) au Marchet ou aux Prés-de-Valfin, nous pourrons avoir d'utiles renseignements en suivant les travaux d'une déviation routière qui, à St-Laurent, doit traverser de part en part la tourbière du Cain d'Amont.

Comme les dépôts des plateaux, ces placages peuvent être attribués à des moraines de fond.

2 - Buttes morainiques

Vers le Sud du lac de l'Abbaye, apparaissent plusieurs buttes morainiques dont le modelé rappelle ce que nous avons observé dans la Combe-des-Prés, avec un profil dissymétrique. Il semble cependant que ces mamelons situés au coeur du synclinal soient surtout d'accumulation ; on ne voit affleurer à leur abord que du matériel argileux, à gros blocs. Ce serait aussi une forme de moraine de fond mieux individualisée, car située sans doute dans une zone de circulation de glace plus intense.

3 - Moraines frontales ou de retrait

Entre le Marechet et Chaux-des-Prés, existent près d'une dizaine de barrages morainiques perpendiculaires aux structures vallums rectilignes au Nord, évoluant vers des formes plus incurvées au Sud.

Ceux des Thevenins, les plus caractérisés, présentent un flanc Sud-Ouest abrupt et un flanc Nord-Est en pente douce.

4 - A la face Nord-Est de la moraine principale des Thevenins, au pied de la forêt du Mont Noir, existe un dépôt à surface à peu près plane, occupant une partie de la combe valanginienne - hauterivienne. Ce dépôt hétérogène est constitué de graviers homométriques, bien lavés et peu roulés, de lentilles de sable fin, et par endroits, de très gros blocs calcaires. Les pendages sont irréguliers. Le faible pourcentage d'argile implique une action de l'eau , action intense pour avoir lavé une grande partie du matériel, et réalisé des tris locaux, mais irrégulière. Un dépôt voisin, quoique plus argileux, existe dans la cuvette située au Sud du Lac des Rouges Truites. Ces caractères correspondent à la description que donnent J. Tricart et A. Cailleux (1962) de la face interne des vallums morainiques. Ces dépôts lenticulaires correspondraient : "à des dépôts de chenaux intra et supraglaciaires de l'extrémité de la langue, dont la disposition originelle a été dérangée par suite de l'affaissement de la face interne de la moraine terminale lorsque la glace a définitivement fondu".

5 - Sur le bord Nord-Est du lac de l'Abbaye existe un dépôt fluvioglaciaire de sables et graviers bien lavés, cette formation pend régulièrement en direction du lac. Il s'agit sans doute d'une formation deltaïque d'un ancien cours d'eau.

Remarquons que, une fois franchi le palier supérieur du Jura, les dépôts fluvioglaciaires sont rares et comme ceux de l'Abbaye très limités. Un autre également limité occupe le fond de la dépression des Lidoux au Sud de notre périmètre. Le seul véritablement important est celui de l'Essart - Montbrillant à St-Claude. Cette carence, liée à l'absence de cours d'eau importants et suffisamment anciens, pour avoir pu réaliser le lavage des matériaux glaciaires, pose de sérieux problèmes économiques aux entreprises de travaux publics pour lesquelles ces formations fluvioglaciaires constituent la matière première de base, dans la construction de routes et d'ouvrages en béton.

4°) Glaciaire de la vallée de la Bienne

- L'épaulement de la vallée où se sont établis les villages et voies de communication, est recouvert de placages de dépôts argileux à blocs calcaires, irréguliers et peu épais recouvrant une surface structurale portlandienne.

- Tandis qu'à l'amont de Lezat, la vallée elle-même très encaissée ne comporte que des dépôts de pente, en aval de cette localité apparaissent des formations glaciaires à allure de terrasses qu'a entaillées la rivière actuelle.

On peut déceler une terrasse supérieure culminant vers 525-530 m, soit 30 m au-dessus de la Bienne, dont il reste des traces assez nets, au droit de Villard-sur-Bienne.

- La masse principale de cette terrase est constituée de matériel argileux, à blocs calcaires, souvent très cohérent, Vers le sommet, apparaissent des sables et graviers et la série se termine par un niveau de 1 à 2 m de conglomérat bien consolidé.

Au pied de cette terrass e supérieure apparaissent des embryons de terrasses inférieures, constitués des mêmes matériaux glaciaires. Il faut aller quelques kilomètres au Sud, dans le secteur des Champs de Bienne pour voir se développer une véritable plaine alluviale où des recherches géophysiques, menées par l'E.D.F., ont décelé le bed-rock à plus de 20 m de profondeur, sans doute existe-t-il, à l'amont du défilé de Valfin, un surcreusement glaciaire important, correspondant à l'élargissement de la vallée.

Interprétation

La présence de dépôts glaciaires jusque sur les plateaux à 1.000 ou 1.100 m montre bien que l'on n'avait pas des glaciers réduits aux vallées, mais une sorte d'inlandsis à écoulement général vers le Sud-Ouest comme en témoignent les buttes moraniques de la combe des Prés et du Grandvaux. Un front de glace très large s'accommode mieux d'autre part du tracé rectiligne des vallums de retrait des Thevenins. Les vallées où les dépôts et l'érosion sont plus imtenses correspondaient sans doute à des zones d'écoulement préferentiel, zones de plus grandes épaisseurs de glace vers lesquelles confluaient des courants secondaires issus des plateaux, les stries Sud-Est - Nord-Ouest observées sur l'anticlinal de Château-des-Prés en seraient une manifestation.

Les deux chenaux principaux étaient donc les vallées du Grandvaux et de la Bienne.

Ce dernier, issu de la combe de Morbier ensellement médian du Risoux, devait utiliser la partie supérieure de la vallée qu'il contribua sans doute pour une grande part, à débarasser de sa couverture crétacée. La vallée inférieure doit son origine première à un probable torrent sous glaciaire; en effet à l'amont de Villard-sur-Bienne, son cours en dents de scie s'accommode mal de l'hypothèse d'un creusement glaciaire.

Par contre, l'occupation de la partie aval par le glacier est prouvée par le surcreusement maintenant comblé de la Rixouse.

A la fonte des glaces, ce canyon s'est trouvé comblé, la vallée étant sans doute barrée à l'aval de Valfin, une première érosion fluviatile a donc nivelé et remanié les éléments glaciaires pour réaliser la terrasse supérieure, puis quand le barrage de Valfin fut franchi, la rivière s'enfança jusqu'à son stade actuel.

Le glacier du Grandvaux, quant à lui, modelé sur la vallée, devait se resserrer au Sud où son érosion fut plus vive, les buttes morainiques plus nettes, les barrages nettement incurvés (Chaux-des-Prés), c'est là que s'opèrent les plus spectaculaires dégagements structuraux des bancs crétacés.

L'écoulement glaciaire de la combe des Prés semble présenter une direction régulière vers le Sud-Ouest. A la fermeture de l'anticlinal, il devait se diviser en deux, rejoignant le courant du Grandvaux dans la dépression de Leschères par le "col" des Rivous, et le courant de la Bienne par le "col" de Sur-la-Côte.

Conclusion :

L'action érosive des glaciers parait assez faible dans cette région, les seuils tels ceux de La Landoz, des Rivous, Sur-la-Côte, n'ont guère été abaissés, dans les synclinaux, des terrains tendres comme les sables miocènes n'ont pas été enlevés. Ceci confirme l'hypothèse d'une couche de glace de modeste épaisseur et d'une action d'assez faible durée. En effet, les écoulements vers le Sud-Est ont du être rapidement concurrencés par les courants vers l'Ouest à la faveur des vallées de la Lemme et surtout de la Saine (C.Mussillon, 1962).

DEUXIEME PARTIE

D E S C R I P T I O N S T R U C T U R A L E

--------oOo--------

(voir planches 10-11-12)

GENERALITES

Les structures étudiées appartiennent aux premiers chainons du faisceau helvétique, la seule unité anticlinale de Prenovel - la Haute Joux les sépare du Jura Tabulaire à l'Ouest.

D'Est en Ouest, ce secteur comprend trois ensembles structuraux :

- le synclinal de la Bienne
- l'anticlinal de Château-des-Prés
- le synclinorium du Grandvaux.

*

* *

I - LE SYNCLINAL DE LA BIENNE

Parfaitement rectiligne, ce synclinal est limité, au Nord par le décrochement de Morez, au delà duquel il se retrouve réduit à un ensellement de la route anticlinale du Risoux, au Sud, par la flexure faillée de Valfin proche d'un décrochement par ses effets.

Son profil en auge dissymétrique varie sensiblement du Nord au Sud :

- Son flanc Ouest, en pente douce au contact du décrochement de Morez se coffre brusquement et accuse environ 70° de Tancua à la Rixouse. Ce pendage décroit régulièrement ensuite jusqu'à Valfin, où tout coffrage a disparu.

- Inversement, le flanc Est, coffré à 90° environ de cet endroit à Lezat, prend ensuite un faible pendage. Mais cette variation se fait ici brutalement à la faveur d'une flexure transversale légèrement faillée qui remonte le compartiment Nord du synclinal. Cet accident relativement important sur le flanc oriental est pratiquement sans action sur le flanc occidental. Cette disparition du coffrage peut paraitre curieuse, la plupart des fronts anticlinaux, entendons leur flanc Ouest, étant coffrés dans cette région. En fait, la flexure de Lezat correspond à la terminaison Nord de l'anticlinal des Monts de Bienne, lequel est pris en relais plus à l'Est par l'anticlinal du Bois de Chinceval, lui aussi très coffré sur une ligne La Mouille - Roche au Dade. Cependant, survivance du pli des Monts de Bienne, le fond du synclinal est affecté d'un large bombement et est incliné vers l'Ouest, alors qu'au Sud de Lezat la charnière longeait le flanc Est.

1°) Secteur Nord

Dans cette zone, le synclinal de la Bienne est pris en écharpe par le décrochement de Morez, qui s'y manifeste par deux accidents principaux ainsi que par des cassures mineures discontinues.

Au niveau des Buclets une petite faille rompt la continuité du flanc Ouest en supprimant le coffrage existant au Sud. Les pendages deviennent uniformément faibles : 15 à 20° jusqu'à la roche au Dade.

Si la faille principale décroche de 800 m le flanc Est, elle n'a que peu d'action sur le flanc Ouest. Ses

manifestations affectent une zone large où l'on rencontre des stries de friction, des replis du Portlandien supérieur, des passages bréchiques, mais le rejet général reste faible, ceci d'une part, à cause des pendages faibles où les déplacements horizontaux sont peu marqués, d'autre part l'indépendance des deux flancs pourrait être due à une faille longitudinale qui aurait absorbé le déplacement horizontal en faisant chevaucher le flanc du bois des Crottes sur le synclinal de Morbier.

2°) Secteur Central

Entre la faille des Buclets et la flexure faillée de Lezat, le fond du synclinal s'élève légèrement, l'axe se déplace vers l'Ouest, où est conservée de Tancua aux Mouillés une mince bande de Valanginien. A proximité de cette localité une déviation du cours de la Bienne a préservé un massif de Crétacé, plissé sur sa bordure Ouest. Ces plis, de faible amplitude, peuvent être attribués à des phénomènes de Collapse-structure et de plissement différentiel au voisinage de la charnière. Ce comportement étant encore facilité par la présence à la base de la série des marnes purbeckiennes et des dolomies tendres du Portlandien supérieur. Cette zone abonde d'ailleurs d'exemples de ce genre à petite échelle, ainsi au point x = 877 ; y = 173, existe un beau repli en Z des premières couches valanginiennes, entièrement absorbé par le Purbeckien. A la sortie Sud de Lezat la surface structurale de Portlandien dolomitique présente des replis désordonnés à rayons de courbure de moins d'un mètre parfois.

3°) Secteur Sud

Au delà de la flexure de Lezat le synclinal devient régulier, son axe se déplace vers le flanc Est coffré. De Lezat à Villard-sur-Bienne, l'érosion qui partout ailleurs a dégagé une surface portlandienne, respecte ici un lambeau de Valanginien à peu près horizontal, et redressé à 70° contre le flanc Ouest. Ce Crétacé présente quelques ondulations et flexures locales de faible amplitude alors que le Jurassique du fond du synclinal apparait parfaitement horizontal dans le canyon de la Bienne.

De Villard-sur-Bienne à la Rixouse, demeurent quelques vestiges de Purbeckien, rognons de quartz épars, argiles à quartz bipyramidé...

De la Rixouse à Valfin, le coffrage du flanc Ouest s'atténue tandis qu'affleurent des couches plus anciennes, l'érosion ayant totalement décapé les dolomies supérieures.

A l'aval de Valfin, une flexure transversale passant à l'Ouest à une faille décrochante, barre le synclinal. Il se poursuit au delà par le synclinal du Bois de Lesigna, synclinal accidenté d'une ride anticlinale, et conservant un remplissage crétacé jusqu'au Cénomanien.

*

* *

II - LA ZONE ANTICLINALE DE CHATEAU-DES-PRES

L'anticlinal de Château-des-Prés représente le prolongement Sud de celui du Mont Noir qui, plus au Nord, ne fait qu'un avec la voute du Risoux.

Au Sud du décrochement de Morez, cet anticlinal présente un profil dissymétrique coffré à 90° environ à l'Ouest, pour 30 à 80° à l'Est. Sa voute pend légèrement vers l'Est de 15 à 20° à partir de la charnière située tout près du flanc Ouest.

1°) Secteur Nord

Des Frasses à la Savine, la voute très calme de l'anticlinal est constituée de Kimméridgien, un peu de Séquanien apparaissant le long de la charnière du pli.

Peu évident sur le flanc Est, le décrochement de Morez se manifeste à l'Ouest par un rejet horizontal de 200 m environ. Son passage est plus difficile à déterminer dans les couches subhorizontales. Plutôt qu'une faille unique, il semble qu'on ait une quantité d'accidents en relais, dont la somme des rejets, assure le déplacement total de 200 m. Les diaclases avec cannelures de friction abondent, en particulier le long de la route nationale N 5, sans qu'on puisse constater d'importants mouvements relatifs des bancs.

Au niveau du flanc Ouest, le principal déplacement est assumé par la faille qui emprunte la combe Jacques. Ce rôle est tenu ensuite par une seconde faille qui est responsable du décrochement du flanc oriental et se poursuit bien individualisée vers le Sud-Est.

2°) Secteur Central

De la combe du Lezay à Château-des-Prés, le relèvement d'axe fait affleurer successivement le Séquanien qui, aux alentours de la Rivière Devant, constitue la voute du pli, puis l'Argovien constituant les digitations Nord-Est de la combe des Prés, dominées par le Mont d'Ecuvet. Ce dernier est une corniche de Séquanien inférieur qui présente sur son front Ouest quelques indices de faille, en plus d'un tracé rectiligne assez inhabituel pour une falaise d'érosion en faibles pendages. Cet éventuel accident ne se retrouve pas vers le Nord où la voute séquanienne se ferme normalement, sans doute est-il lié aux efforts de soulèvement qui se manifestent au Sud.

3°) Secteur Sud

Le relèvement d'axe ainsi qu'une érosion plus vive font apparaitre l'Argovien sur toute la largeur de l'anticlinal puis le noyau de Jurassique moyen, noyau anticlinal régulier d'abord, puis réduit à son seul flanc Est qui vient buter par faille contre le Jurassique supérieur vertical du flanc Ouest, l'Argovien de ce flanc ayant progressivement disparu. Sans doute chevauchante de cette faille s'infléchit vers le Sud-Est au niveau des Prés-de-Valfin. Elle passe alors à un décrochement qui suit le mouvement tournant du flanc Ouest de Jurassique supérieur qu'elle met en contact avec les bancs de Jurassique moyen du flanc Est, tranchés perpendiculairement. Cette faille atteint avec un rejet minime le flanc Est, et au lieudit "Sur la Côte" les deux flancs de Jurassique supérieur se referment pour former le petit anticlinal des Saumoires, à couverture pseudo landienne, coffré sur son flanc Est et en pente relativement douce à l'Ouest.

En 2 km à peine l'anticlinal de Château-des-Prés, large de 3 km environ, se trouve réduit à moins du tiers. Plus au Sud nous voyons même cette unité disparaitre totalement [illegible] anticlinal de St-Lupicin.

*

* *

III - SYNCLINORIUM DU GRANDVAUX

De Foncine-le-Bas à Leschères, soit sur 25 km, la zone synclinale du Grandvaux se poursuit en continuité passant d'une largeur de 4 km environ au Nord à 400 m à l'extrême Sud.

Sur la majeure partie de son étendue, elle présente un profil transversal constant : un flanc Ouest calme, un accident longitudinal chevauchant, enfin un secteur Est plissé fréquemment renversé au contact du Jurassique.

Seules affleurent les couches crétacées, souvent masquées par les dépôts glaciaires, nous ignorons donc tout de la tectonique plus profonde, au sujet de laquelle on est réduit à des hypothèses.

1°) Secteur Nord

Dans cette zone, située au Nord-Est du décrochement de Morez, nous retrouvons les éléments cités :

- Un flanc Ouest calme correspondant à la rteombée de l'anticlinal des Planches. Après une surface structurale de Portlandien à 10-15° affleure la corniche valanginienne de "Chez Maillet" et du "Bourg derrière" avec les mêmes pendages.

  Près du Coin d'Aval ce flanc est accidenté d'un repli aigu et dissymétrique de Valanginien pendant de 80° vers l'Ouest et 30 à 50° vers l'Est. Cette ride anticlinale naissant brusquement à l'extrémité Nord-Est du village se prolonge ensuite vers le Nord où l'absence d'affleurements du flanc Ouest peut faire supposer la présence d'une faille frontale.

  La série monoclinale se poursuit à l'Est, avec successivement Valanginien supérieur, Hauterivien, Urgonien, constituant les hauteurs du Bois de Banc. Au niveau de la ferme de la Frâce un peu de Miocène est conservé (Frère Ogérien, 1867).

- Les couches presque horizontales ou légèrement inclinées vers l'Est sont brusquement redressées le long du grand accident longitudinal qui met en contact des bancs verticaux écrasés de Barrémien ou d'Hauterivien avec le Purbeckien au Valanginien du secteur Sud-Est. Le contact bien visible au voisinage du décrochement de Morez est ensuite masqué par une combe herbeuse qui, séparant le Barrémien ou Hauterivien du crêt

valanginien laisse supposer la continuité du Purbeckien en bordure de faille.

En effet, tout à fait au Nord de notre périmètre, cette faille est recoupée par la route Foncine - St-Laurent où l'on observe le même contact Purbeckien - Hauterivien laminé. A cet aspect des couches, au voisinage de l'accident, nous pencherons pour une évolution en pli faille, par rupture du flanc inverse étiré. Au moins en surface la faille est assez proche de la verticale, le fait étant encore accusé par une inversion de relief qui place le compartiment abaissé ou légèrement chevauché, constitué ici de Barrémien-Urgonien plus haut que le compartiment surélevé de Valanginien.

- Au mouvement anticlinal succède à l'Est le synclinal à coeur Urgonien de Grange Magnin : synclinal dissymétrique à flanc Ouest pendant à 30° et flanc Est inversé à 60°.

- Il lui succède un petit anticlinal à coeur purbeckien à l'Ouest des Martins également dissymétrique. Le Purbeckien s'ennoie vers le Nord sous le Valanginien de "Sous la Côte" et le mouvement anticlinal, longtemps masqué par le Glaciaire, réapparait dans le Valanginien supérieur de "Chez Rousseau".

- Un dernier mouvement synclinal à coeur urgonien s'allonge en s'étrecissant des Martins au hameau du Mont Noir. Son flanc Ouest pend de façon inhabituelle à 60° tandis que son flanc Est pend de 70 à 90° et correspond à la retombée de l'anticlinal du Mont Noir qui, nous l'avons vu, prolonge au Nord l'unité de Château-des-Prés.

Ce faisceau est tranché au Sud des Martins par le décrochement de Morez surtout actif dans la moitié orientale du synclinal où il se présente en faille double vers l'Ouest, il ne reste qu'une faille qui suit à peu près la tracé de la Lemme.

2°) Compartiment de St-Laurent

Les unités repérées plus au Nord se retrouvent au delà du décrochement décalées et légèrement modifiées.

Le rejet atteint 500 m pour le flanc Est, 400 m environ au niveau de la grande faille longitudinale et devient peu appréciable dans les couches faiblement inclinées du Pont de Lemme.

D'Ouest en Est, nous rencontrons :

- Une série monoclinale du Pont de Lemme à la Charbonnière correspondant à celle du Coin d'Aval, mais plus érodée, il ne reste ici que très peu d'Urgonien.

Cette série est affectée entre Salave et la Chaumusse d'une ride qui conserve un peu de Barrémien et d'Hauterivien au milieu de l'étendue valanginienne. Il est possible, si l'on compare cette structure aux plis analogues du synclinorium, qu'elle jalonne une faille. En effet, de part et d'autre, les couches valangineiennes sont très calmes. Malheureusement toute cette zone est particulièrement atteinte par le nivelé glaciaire et recouverte presque totalement de dépôts morainiques.

- La grande faille longitudinale, décrochée, met en contact, comme dans le compartiment Nord-Est, l'Hauterivien et le Purbeckien.

- Au synclinal de Grange Magnin correspond celui de St-Laurent plus vaste et compliqué en son centre par l'apparition de l'anticlinal du Coin d'Amont, à coeur valanginien ou Purbeckien si l'on considère les tourbières qui y sont établies. L'apparition de ce repli divise donc le synclinal de St-Laurent en deux :
  . le synclinal du Saillet à l'Ouest
  . Celui des Rochats à l'Est.

- La zone anticlinale de l'Enfa en majorité valanginienne prolonge l'unité de Sous-la-Côte.

- Enfin, la zone synclinale des Combettes à coeur hauterivien fait suite au synclinal des Martins. En bordure du décrochement elle prend des allures de synclinal perché sur la butte de la Favière qui conserve un peu de Barrémien. Cette butte-témoin a été conservée, incluse dans une moraine glaciaire.

Cette zone très dilatée par rapport à ses prolongements Nord ou Sud, présente de faibles pendages au contact avec le Jurassique supérieur. Le Valanginien affleure presque exclusivement et son allure rigide nous fait supposer la présence ici d'un panneau de Jurassique supérieur surélevé, bombement ou écaille.

Remarque : Les plis de St-Laurent, tous redressés, sont sans doute hachés de nombreuses failles longitudinales. En effet, les rares tranchées qui en donnent de bonnes coupes (RN 5 et chemin de fer) montrent de petits accidents inclinés vers l'Est et à rejets variables généralement peu importants, mais qui tous traduisent un violent effort tangentiel. Il ne nous a pas été possible d'en vérifier la continuité.

3°) Secteur des Mussillons

Entre St-Laurent et les Mussillons, le synclinorium subit une importante réduction, absorbée surtout par sa moitié Ouest.

- La bordure portlandienne, du flanc Ouest, affectée d'un faible pendage Sud-Est présente entre la Chaumusse et Les Bouvets d'Amont, trois replis de faible amplitude, légèrement obliques aux structures : celui de la Grande Pature, simple bombement, le repli faillé de l'Epine aux Dadonins, très spectaculaire en photographie aérienne et celui de la Croix de Pierre.

Ces replis jouent un rôle dans le retrecissement du synclinal en déplaçant la limite Jurassique-Crétacé vers le Sud-Est ; ils s'amortissent très vite dans le Portlandien comme dans le Crétacé et illustrent le comportement tectonique des couches portlandiennes supérieur, purbeckiennes, et valangiennes inférieur.

- La faille principale, reconnue plus au Nord, disparait dans ce secteur, sous les dépôts glaciaires. Les anciens auteurs profitaient du manque d'affleurements pour faire tourner cet accident et l'assimiler à la faille des Chauvins. Or pour effectuer ce mouvement il serait nécessaire qu'elle recoupe obliquement les structures, solution improbable dans le style tectonique souple en vigueur ici où les failles sont fidèlement liées aux plis. D'autre part, si l'on considère les altitudes, ce tracé supposerait une faille parfaitement horizontale, solution également improbable en regard de son tracé rectiligne partout ailleurs.

Nous avons donc considéré que la faille des Chauvins n'était qu'un relais de la faille principale du secteur Nord, cette dernière disparaissant au niveau des Poncets en flexure. De part et d'autre de cet accident médian, l'allure du synclinorium reste le même :

Partie Ouest :

Au niveau de St-Pierre, se terminent à la fois le pli de la Chaumusse et le pli-faille de la Charbonnière laissant à la place une série monoclinale tranquille jusqu'à la faille des Chauvins qui doit naitre de l'exagération de l'anticlinal du Coin d'Amont.

Partie Est :

Nous retrouvons après un reste de l'anticlinal du Coin d'Amont, le synclinal des Rochats brusquement dévié vers le Sud, puis, très réduit, le petit anticlinal de l'Enfa, et le synclinal des Combettes qui conserve un peu d'Hauterivien.

Ces unités sont tranchées par une petite faille transversale qui, contrairement aux grands décrochements locaux, décale vers l'Ouest la lèvre Sud. Au delà de cette faille décrochante, la faille des Chauvins se dédouble donnant naissance à la faille des Mussillons. A l'Est de celle-ci les structures se simplifient et il ne reste qu'un synclinal à coeur urgonien et miocène. Entre les deux failles au contraire, apparait une série plissée à pendages forts où l'on peut distinguer un anticlinal à flanc Ouest parfois inverse et un synclinal très réduit aux Poncets et qui s'élargit vers le Sud. Aux Chauvins la faille des Mussillons disparait dans le petit anticlinal de la Ferté, tous les plis situés à l'Est de la faille des Chauvins disparaissent pour former la vaste cuvette de l'Abbaye.

4°) Secteur de l'Abbaye

Au Sud des Chauvins, le synclinorium se trouve donc encore simplifié :

- une partie Ouest monoclinale à pendages de 20 à 30° Sud-Est

- Le synclinal de l'Abbaye à l'Ouest.
  Ce synclinal est affecté au Sud du Lac par un petit mouvement anticlinal près du lieudit La Fouilla. Partout ailleurs les bords seuls en sont observables et nous renseignent sur son remplissage qui atteint le Miocène.

  Le flanc Ouest est fortement redressé en bordure de la faille des Chauvins. On peut penser que, comme aux Mussillons, il s'agit d'un mouvement anticlinal chevauchant la série monoclinale des Bouvets, et dont le flanc Ouest aurait disparu. En fait, de Bez aux Brenets, cette dispasition anticlinale apparait et se substitue finalement à la faille chevauchante. Ce pli s'atténue près de Chaux-des-Prés et la série monoclinale des Bouvets se raccorde avec le flanc Ouest du synclinal de l'Abbaye. Le synclinorium complexe du Nord est ainsi réduit à une seule unité.

  La permanence d'un accident longitudinal est assurée cette fois par le flanc Est :

  Les couches urgoniennes de ce flanc, renversées à 60-70° Sud-Est, le long du Lac de l'Abbaye viennent chevaucher le Miocène du fond du synclinal. Il est peut-être permis de voir une indication de l'amplitude de ce mouvement dans la présence, 200 m en arrière du front chevauchant, de dolines profondes ouvertes dans le Valanginien. Les circulations correspondantes pourraient se développer grâce au plan de faille comme on l'observe au front du chevauchement pour l'exutoire souterrain du lac.

Nous retrouvons la trace de cet accident dans la faille de La Landoz qui vient biseauter le Crétacé de ce flanc Est mettant en contact le Portlandien de l'anticlinal et l'Urgonien du flanc Ouest, unique reste du synclinorium entre La Landoz et les Rivous.

Notons dans le secteur de Grange-Dijon un repli failli affectant le Valanginien puis le Portlandien et le Kimméridgien. Cet accident disparait plus au Sud aux environs de La Landoz. A cet endroit le synclinal ou ce qu'il en reste est tranché par une faille transversale au rejet modeste, mais qui se manifeste par un beau plan de friction dans l'Urgonien.

5°) Secteur de Leschères

Au delà de La Landoz, le synclinal s'élargit en un curieux bassin triangulaire a remplissage de Crétacé supérieur et Oligocène. Le flanc Ouest est toujours calme quoique pendant plus fortement qu'au Nord (60° Sud-Est) et comportant localement des replis dysharmoniques dans le Valanginien.

Le flanc Est réapparait progressivement près du hameau des Rivous, tandis que la faille de La Landoz disparait entre Valanginien et Portlandien. Ce flanc suit légèrement renversé le mouvement tournant de la barre jurassique, et retrouve, après un coude brusque, sans cassure apparente, son orientation première Nord-Est - Sud-Ouest.

Le synclinal se resserre ensuite au Sud de Vichaumois où une faille longitudinale met en contact Barrémien, Hauterivien avec la craie cénomanienne. Cet accident se prolonge au Sud entre Urgonien et Albien, mais nous n'avons pu déterminer s'il était possible de le raccorder avec la faille de La Landoz. Ces deux accidents jouent en effet à la charnière entre le flanc Est et le fond du synclinal. Cette charnière étant rompue de l'Abbaye à La Landoz, puis de Vichaumois vers le Sud, il serait logique qu'il en fut de même dans le secteur de Leschères où les efforts n'ont pas été moindres, mais où les affleurements font défaut.

REMARQUES TECTONIQUES

De l'étude tectonique de cette région, nous pouvons dégager quelques remarques :

1 - L'aspect général affirme le caractère tangentiel de la tectonique. Traduit par :

. L'unité d'orientation des plis qui suppose, au moins pendant la période de formation des plis, un effort tangentiel constant en direction.

. Le coffrage de tous les flancs Ouest.

. La prédominance des failles chevauchantes ou décrochantes sur les accidents à rejets verticaux.

2 - Si l'on considère le tracé en plan des différentes unités, il apparait un hiatus important entre l'unité de Prenovel-la Haute Joux et les unités situées à l'Est particulièrement l'anticlinal de Château-des-Prés. Leur direction est différente, une grande partie des décrochements n'atteignent pas l'unité de Prénovel ou l'affectent très peu. Cette indépendance ne peut s'expliquer que par une rupture profonde sur la nature de laquelle il est permis de formuler une hypothèse.

Ainsi, il apparait que vers le Sud, les prolongements de l'anticlinal de Château-des-Prés sont bordés à l'Ouest par une ligne de chevauchements importants, de Ponthoux (VincienneH.1950) à Vulvoz (P.Quoix*) et Choux, ceci dans une zone où les unités sont très en retrait vers le Sud-Est par rapport à l'unité de Prenovel. Il est donc logique de penser que si cette rupture est de nature chevauchante, son amplitude est d'autant plus grande que le synclinal est réduit. La surface de Jurassique supérieur formant le fond du synclinal, et qui, à Molingas, apparait parfaitement calmé et légèrement incliné vers l'Est, pourrait servir de plan de charriage.

* Carte E.N.S.P.M., 1949 ?

Dans nos constructions, nous avons volontairement limité l'amplitude de ces mouvements puisqu'aucune observation directe ne vient étayer cette hypothèse.

3 - Quant au découpage des prolongements Sud-Est de l'anticlinal de Château-des-Prés, en tronçons mutuellement décalés, nous observons qu'il correspond à la zone où l'anticlinal de Prenovel s'incurve vers le Sud. Dans l'hypothèse d'un déplacement d'ensemble, il semble que la progression vers le Nord-Ouest ait été contrariée au niveau des Crozets par quelque obstacle profond, peut-être en relation avec la naissance du pli de Moirans. Sur la nature d'un tel obstacle, nous pouvons citer l'opinion émise par G. Protche (1962) sur un cas analogue dans une région située entre Besançon et Pontarlier : ces obstacles aux déplacements horizontaux pourraient correspondre à des zones d'amincissement tectonique ou stratigraphique du Trias. Tout naturellement, l'anticlinal de Château-des-Prés, s'est trouvé arrêté dans cette zone, mais a réagi en se brisant, le résultat étant également une rotation qui tend à rapprocher l'axe général du pli d'une position Nord-Sud.

(Ce comportement peut être rapproché des idées de E. Wegmann, 1960, qui fait assumer de tels mouvements de rotation par des microdécrochements). Ce phénomène est sensiblement le même à plus grande échelle. Il en serait toutefois assez proche en ce qui concerne le décrochement de Morez où le déplacement est le fait de failles multiples à faible rejet, plutôt que d'un accident unique.

4 - Les multiples replis du synclinorium s'opposent à la dimension et à la régularité des anticlinaux. Nous appuyant d'une part sur le fait que jamais dans le synclinorium n'affleure le Jurassique supérieur ce qui ne manquerait pas de se produire s'il existait au coeur des anticlinaux un noyau résistant, d'autre part sur l'allure parfaitement calme du Kimméridgien-Portlandien du synclinal de St-Lupicin, nous avons interprété ces ondulations du Crétacé comme des replis dysharmoniques, le plan de dysharmonie étant constitué par les dolomies tendres du Portlandien et les marnes du Purbeckien.

Cette interprétation est sans doute un peu schématique et n'est donc pas valable pour tous les cas, mais il est difficile, avec les seules observations de surface, de faire la part de tous les comportements possibles. Le fond du synclinal est sans doute affecté de bombements et de failles qui ne se traduisent en surface que par des zones de plus grande rigidité, ou des zones valanginiennes surélevées (zone des Rochats et Combettes).

L'origine de ces plis dysharmoniques doit être recherchée dans trois directions :

. simple dysharmonie de plissement au coeur des synclinaux quand ce coeur est occupé par des couches incompétentes. C'est le cas du synclinal des Mouillés le long du coffrage Ouest.

. Tectonique de glissement le long des pentes. Ce facteur se mêle au précédent, mais on peut lui attribuer en propre les contournements de couches qui affectent la surface structurale portlandienne au voisinage de Lezat.

. Enfin, tectonique de poussée et décollement au niveau du Purbeckien. Nous avons interprété comme tels la plupart des plis du synclinorium de St-Laurent.

Une autre dysharmonie se manifeste entre le Jurassique moyen et supérieur. La faille des Prés nous donne l'exemple d'un décrochement affectant le premier et pas le second, absorbée qu'elle est par l'épaisse masse plastique de l'Argovien.
Dans cette dysharmonie réside l'explication de nombreuses formes tectoniques jurassiennes.

Entre autres, le comportement contradictoire du Jurassique supérieur qui, tantôt se plisse souplement, les sinuosités de La Landoz à Leschères en témoignent, tantôt se brise franchement comme au passage du décrochement de Morez. Il est probable que le flanc Ouest de tous ces anticlinaux possède un Argovien laminé qui ne peut amortir les accidents affectant le Jurassique moyen. Au contraire, les surépaisseurs d'Argovien dans les flancs orientaux expliquent que les décrochements les affectent très peu. Le comportement souple du flanc Ouest de La Landoz peut s'expliquer en supposant un amincissement de la voute anticlinale qui a ainsi libéré vers le haut l'énergie du noyau jurassique moyen.

TROISIEME PARTIE

D E S C R I P T I O N M O R P H O L O G I Q U E

--------oOo--------

(Voir planche 13)

Le paysage actuel, bien caractéristique dans cette région haut-jurassienne, est le fruit de trois facteurs étroitement mêlés : tectonique, stratigraphie et érosion.

C'est la tectonique qui détermine les trois grandes unités morphologiques

- le plateau anticlinal de la Joux-Devant
- la vallée de la Bienne
- la vallée du Grandvaux

Ces unités correspondent par ailleurs aux grands ensembles stratigraphiques. Les deux premières sont constituées presque uniquement de Jurassique calcaire, la dernière de terrains crétacés et tertiaires.

I - LE PLATEAU DE LA JOUX-DEVANT

Le substratum de Jurassique supérieur calcaire homogène est arasé en une surface vaguement tabulaire dans l'ensemble, mais dans le détail extrêmement hachée par les phénomènes karstiques. Ceux-ci sont localisés surtout à faible profondeur: lapiaz et crevasses ; les puits, peu abondants, ne dépassent pas une quinzaine de mètres. Ce plateau est occupé par la forêt de spins dont les sols humiques acides contribuent vivement à la corrosion des calcaires.

Vers le Sud-Ouest, la couverture calcaire disparait et le plateau est remplacé par la combe marneuse des Prés, développée sur l'Argovien, et bordée par les deux crêtes de Jurassique supérieur à forts pendages.

La nature imperméable du substratum marneux, jointe au climat d'altitude, a entrainé dans cette combe sans écoulement aérien, la formation de tourbières et en général de sols acides à maigre végétation de bruyères et de bouleaux.

II- LA VALLEE DE BIENNE

Cette vallée est creusée dans les couches du Jurassique supérieur en position synclinale. L'érosion glaciaire puis fluviatile, a en effet décapé la plupart des couches crétacées. La double origine du creusement donne à cette vallée son aspect inhabituel surtout dans sa partie aval : on peut distinguer une vallée supérieure, large, rectiligne, fruit du dégagement structural du synclinal au niveau du Portlandien; ce dégagement atteint, au Sud, le Portlandien moyen, tandis qu'au Nord, le Crétacé est conservé par endroits, et, une vallée inférieure étroite, au tracé en dents de scie, creusée dans les couches horizontales au fond du synclinal. Cette vallée suit la charnière du pli et se trouve donc déportée le long du flanc Sud-Est, dans sa partie aval, et le long du flanc Ouest dans la partie amont ; elle a pu se former à partir d'un torrent sous-glaciaire. Entre Lezat et Tancua, un curieux méandre découpe ce massif quadrangulaire des Mouillés, sorte de verrou glaciaire. Ce changement de direction de la rivière s'explique assez mal, si le coude aval suit la flexure faillée de Lezat, le coude amont ne correspond qu'à une zone diaclasée sans faille importante.

Le synclinal de la Bienne étant pratiquement limité au secteur Morez - Valfin-les-St-Claude, la rivière pénètre dans ce domaine et en sort par deux cluses :

- cluse de Morez, empruntant le tracé du décrochement
- cluse de Valfin, située sur le profongement de l'accident des Prés.

Le profil transversal de cette vallée inférieure est régulièrement encaissé et ne s'élargit que de la Rixouse à Valfin où s'est constituée une petite plaine alluviale, son cours se rétrecit ensuite à l'entrée dans la cluse de Valfin.

III - VALLEE DU GRANDVAUX

Le terme jurassien de val conviendrait mieux à cette vaste étendue déprimée entre les Monts de la Joux - Devant et de la Joux-Derrière, étendue qui ne doit pas son origine à un creusement fluvial, et est même pratiquement dépourvue de drainage superficiel.

Ses limites sont celles du synclinorium. Sa topographie est due surtout à l'érosion et à l'accumulation glaciaires dont nous avons déjà vu les formes principales, moraines et drumlins. Notons toutefois les beaux exemples d'érosion différentielle, réalisés aux dépens du matériau très favorable que constitue la série crétacée, qu'on peut morphologiquement décomposer ainsi :

- Combe purbeckienne
- Crêt du Valanginien inférieur et Marbre batard
- Combe des Marnes d'Arzier
- Crêt du calcaire roux supérieur
- Combe hauterivienne
- Léger crêt de calcaires glauconieux à entroques
- Légère combe hauterivien moyen
- Crêt hauterivien, barrémien, urgonien
- Combe recouvrant le remplissage crétacé supérieur ou Tertiaire.

Le relief est compliqué par la présence des failles et plis à faible rayon de courbure qui ajoutent des structures tectoniques aux structures stratigraphiques et qu'il n'est pas toujours aisé de distinguer.

La division qui apparaissait dans l'étude tectonique existe également dans la morphologie entre la partie Ouest du synclinal plus basse à la topographie peu accusée et occupée par des prairies et tourbières et la partie Est légèrement surélevée et hachée d'arêtes boisées.

*

* *

SURFACES D'EROSION

L'anticlinal de Château-des-Prés et le Mont Noir, sont prolongement Nord, sont arasés vers 1.000 ou 1.100 m par une surface à peu près plane dans son ensemble, mais très déchiquetée dans le détail par l'érosion karstique. Bien que, par suite du déblaiement glaciaire, aucun dépôt superficiel caractéristique ne lui soit associé, il est manifeste que nous avons là une surface d'érosion. Elle apparait particulièrement bien sur les hauteurs environnant St-Claude : Mt Bayard, Mt Chabot, Montagne d'Avignon et crêt de Surmontant. On la retrouve à l'Est sur la zone plissée de Longchaumois, au Nord-Est sur la route du Risoux, et, à l'Ouest plus démantelée sur l'anticlinal faillé de Prenovel. Sur son bord Ouest, elle domine de 200 à 300 m le plateau de Bonlieu-Le Franois, le raccord rectiligne et souligné par des failles chevauchantes étant, de toute évidence, de nature tectonique. Son altitude varie de 950 m au Sud de notre secteur, à 1.000 m environ de Château-des-Prés à Prenovel elle croit ensuite régulièrement en allant vers l'Est jusqu'à 1.600 m sur les sommets de la chaine jurassienne.

On pourrait attribuer également à une surface d'érosion le nivellement des arêtes crétacées du synclinorium vers l'altitude 900. En effet, la morphologie et le tracé essentiellement structural de cette dépression ne peut pas correspondre à une ancienne vallée, la pente est insignifiante et elle ne reçoit aucun affluent actuel ou fossile. La dénivellation séparant cette surface de celle des sommets peut être interprétée par un relèvement tectonique des voutes anticlinales. Cette dénivellation est d'ailleurs moins importante en allant vers le Sud, elle est également très faible dans les synclinaux situés dans la région de Longchaumois.

Le plus proche plateau est celui de Boulieu-le Franois vers 700 à 800 m d'altitude ; il est généralement admis qu'il appartient à la surface d'Ornans (S. Guillaume, 1960, Chabot, 1927) datée du Miocène moyen. Les deux éléments distingués ici semblent correspondre à une seule et même surface déformée ultérieurement.

Le Miocène marin étant tranché dans le synclinorium, et n'étant pas représenté sur les anticlinaux, l'âge de cette surface peut être recherché postérieurement au retrait de la mer miocène, soit au plus tôt au Pontien. Il est généralement admis que la surface d'Ornans, à laquelle semble appartenir le plateau de Bonlieu, est le résultat d'une érosion d'âge miocène moyen. Les observations faites dans notre secteur conduisent à envisager deux hypothèses.

1 - ou bien la surface d'érosion, mi en évidence, serait contemporaine de celle d'Ornans, et il faudrait rajeunir cette dernière.

2 - Ou bien cette surface serait plus récente mais leur mode de raccordement resterait à préciser.

QUATRIEME PARTIE

H Y D R O L O G I E

-----oOo-----

(Voir planche 14)

Dans cette région tributaire de la rivière d'Ain, il est possible de distinguer :

- Des régions à drainage aérien
- Des régions à drainage aérien, se perdant dans un cours souterrain : bassins fermés.
- Des régions dépourvues de drainage superficiel ou zones karstiques.

I - ZONE A DRAINAGE NORMAL

1°) Bassin de la Bienne

Entre Morez et Valfin, la Bienne, outre deux affluents temporaires, le Ruisseau de Pissevieille en rive droite et celui de la Foulasse en rive gauche, ne reçoit que les eaux de ruissellement superficiel descendant des pentes, et un certain nombre de sources karstiques. Ces résurgences sortent en général

peu au dessus du niveau à Exogyra virgula, à la base des dolomies du Kimméridgien supérieur. Ainsi, c'est dans la moitié amont de la vallée, où ce niveau est le plus près de la rivière, qu'abondent les sources, entre autres, en rive droite

. exurgence à la sortie Sud de Mores
. exurgence en face de la Maison Ramanet
. ex gence du Moulin de Lezat...

et en rive gauche :
. exurgence de la Cantine
. au pied de Villard-sur-Bienne...

Leurs débits, directement liés à la pluviosité peuvent atteindre 100 à 200 l/s probablement plus pour la résurgence du Moulin de Lezat qui présente d'ailleurs la plus grande régularité.

Un certain nombre de sources perennes de faible débit (quelques l/s) jaillissent sur l'épaulement de la vallée entre Lezat et La Rixouse. Leur origine semble double, d'une part les suintements des dépôts glaciaires qui parsèment cette zone, et surtout la restitution par les bancs horizontaux de dolomies portlandiennes des eaux captées sur le flanc de la vallée où ces bancs sont verticaux. Le développement relativement important dans cette zone des dolomies tendres permet la réalisation d'un bon réservoir, mais seulement capable de faibles débits.

La Bienne elle-même possède un débit extrêmement irrégulier de 100 l à 300 m3/s pour une moyenne annuelle de 6 m3/s seulement) le débit étant concentré à la période de fonte des neiges.

Les 140 km2 du bassin versant s'étendant sur des régions à forte nivation (Le Rimoux, Les Rousses, La Cure).

Pour utiliser ces débits saisonniers intéressants, l'E.D.F. étudie actuellement, près de Tancua, au lieudit La Cantine, un projet de Barrage hydroélectrique. Modeste par ses dimensions et sa production, ce barrage est servi par un site favorable : vallée encaissée, substratum de Kimméridgien horizontal, peu fissuré et peu karstique et rivière à forte pente qui permet de récupérer à l'usine située à 8 km en aval, 200 m de chute et des kilowatts particulièrement rentables en heures de pointe.

2°) Bassin de la Lemme

Prenant naissance au pied de la forêt de la Joux-Devant, sur le trajet du décrochement de Morez, la Lemme suit

cet accident transversal, à travers le synclinorium du Grandvaux, à sa faveur elle franchit l'unité de Prenovel - La Haute-Joux avant de rejoindre la Saine et le faisceau de Syam.

La Lemme draine donc une bande transversale au synclinal, grâce à ses affluents, Bief Rouge, Ruisseau de Grange Magnin, Ruisseau du Saillet... issus pour la plupart du glaciaire et des tourbières.

Encaissée à la traversée des plis de la partie orientale du synclinal, la vallée s'élargit en une étendue tourbeuse dans sa partie Ouest, avant de franchir en canyon et cascades le seuil jurassique du Pont de Lemme.

3°) Bassin de Leschères

Ce bassin constitué par la dépression triangulaire de Leschères-Angelon est drainé par un affluent du Lison prenant sa source dans les marécages situés à l'aval de cette dépression, au pied de la butte tertiaire; il est sans doute alimenté en partie par elle. Après le resserrement du Pautier, sa pente jusque là insignifiante croit brusquement jusqu'à son confluent avec le Lison.

II - LES BASSINS FERMES

1°) Region du Grandvaux

En dehors de la bande transversale drainée par la Lemme, le bassin du Grandvaux ne possède pas d'écoulement superficiel. On peut donc le considérer comme un bassin fermé, décomposable en fait en une mosaïque de bassins secondaires, centrés sur un lac, un bas fond tourbeux, ou un entonnoir.

a) bassins centrés sur un lac

Le lac le plus important, celui de l'Abbaye ne possède qu'un bassin d'alimentation réduit, dépourvu de cours d'eaux superficiels. Il est alimenté par ruissellement et sources de fond comme des riverains (à leur emplacement la glace fond plus vite).

Le substratum est constitué de dépôts glaciaires et miocènes (argiles, sables argileux...).

L'exutoire souterrain situé au point x = 873,8 ; y = 175,6) emprunte comme nous l'avons vu, un plan de faille entre Urgonien et Miocène.

- Un bassin de même type se retrouve autour du Lac des Brenets alimenté par deux ruisseaux superficiels et possédant également un emissaire souterrain non visitable.

- Dans le compartiment Ouest du synclinal, juste en avant de la faille principale du Grandvaux, le lac des Bez recueille, par deux ruisseaux temporaires, les eaux du synclinal urgonien tapissé de Glaciaire. La vidange doit s'effectuer par le fond, mais on note dans ce synclinal plusieurs points d'engouffrements qui drainent les eaux directement vers l'Urgonien à travers le Glaciaire ; ces voies sont toutefois assez limitées car lac et tourbières ne sont jamais désséchés totalement.

- Au Nord-Est, le lac des Rouges Truites recueille les eaux d'un bassin étendu, par deux affluents superficiels. Il possède toutefois un emissaire à faible débit qui s'écoule vers la vallée de la Saine.

- A peu de distance, enfin, le lac de Fort du Plasne recueille les eaux de la moitié Ouest de ce secteur du synclinorium. Fondé sur des dépôts glaciaires, il pourrait alimenter le ruisseau de Devant qui prend sa source à peine en contrebas et se dirige vers la Lemme.

b) Bassins centrés sur des étendues tourbeuses

C'est le cas de la plupart des dépressions du synclinal du Grandvaux, citons les tourbières du Coin d'Amont, de Grange Magnin, de Chaux-des-Prés, de la Savine...

L'évacuation très imparfaite s'effectue alors à travers les dépôts glaciaires ou par de petits points d'engouffrement.

Si l'on considère la somme des phénomènes, nous pouvons dégager deux grands bassins :

- le bassin du lac des Rouges Truites
- le bassin de l'Abbaye.

A - Le bassin du Lac des Rouges Truites couvre la partie du synclinal située entre la Lemme et la Saine ; son drainage souterrain se partage sans doute entre ces deux bassins.

B - Le Bassin de l'Abbaye, de beaucoup le plus important, couvre environ 30 km2 auxquels il faut ajouter les 20 km2 du bassin de Prenovel dont les emissaires, Bief des Nanchez et Bief de Tremontagne viennent se perdre dans des entonnoirs dans la région de Chaux-des-Prés. Ces eaux venant du drainage de la combe argovienne de Prenovel atteignent le synclinal du Grandvaux, seulement en grandes eaux, après avoir traversé, par la cluse du Moulin Morey, le flanc jurassique de l'anticlina, où elles se perdent lors des faibles débits.

Quant au bassin de l'Abbaye, lui-même, il couvre toute la zone synclinale de La Landoz à St-Laurent. Son substratum est formé de Crétacé plissé, recouvert d'abondants placages glaciaires.

2°) Bassin fermé des Lidoux

Ce bassin réduit est établi dans le synclinal du même nom, situé au Sud de Valfin et plus ou moins en prolongement de celui de la Bienne. Le remplissage crétacé va jusqu'au Cénomanien et la fermeture est assurée au Nord et au Sud par des flexures transversales faillées.

3°) Bassin fermé des Prés

Il occupe la combe anticlinale argovienne de Château-des-Prés, aux Prés de Valfin. Il est drainé à l'Ouest par le Loutre, ruisseau étalant son cours sinueux dans une étendue marécageuse, et à l'Est par quelques ruisseaux temporaires. De nombreuses zones marécageuses ou tourbeuses ne comportent pas d'écoulement.

Les eaux du Loutre et du marécage voisin se perdent dans des fissures du Bathonien, le long de la faille des Prés, tandis que les eaux de la partie Est gagnent de petits entonnoirs à proximité de la limite Argovien - Callovien.

III- ZONES KARSTIQUES

Toutes les surfaces de Jurassique supérieur calcaire se comportent comme des bassins fermés, totalement dépourvus de drainage superficiel, ainsi, le plateau de Château-des-Prés à

la Savine, et le flanc Sud-Est de l'anticlinal de Prenovel. Leur perméabilité est à peu près totale, au moins dans les couches superficielles ; en effet, les cavités profondes sont rares, alors que la surface est extrêmement corrodée. Il est probable que les eaux suivant les pendages gagnent assez rapidement les zones synclinales où les collecteurs souterrains prennent sans doute des développements bien plus considérables.

Ces zones sans drainage se rattachent donc aux bassins voisins, fermés ou non, suivant approximativement leurs axes anticlinaux pris comme ligne de partage des eaux. Cet axe étant situé vers le flanc Ouest de l'anticlinal, la plus grande partie appartient donc au domaine de la Bienne.

Conclusions

Le facteur principal de cette évolution en bassins fermés est la situation en altitude d'une surface originelle à peu près tabulaire. L'absence de pente oblige l'eau à chercher une voie en profondeur à travers les fissures et à aggrandir ces passages, entrainant ainsi l'évolution des calcaires vers un karst.

Ici, d'autre part, la tectonique a favorisé cette situation en réalisant des barrages naturels :

- Les unités continues, perpendiculaires au sens général d'écoulement d'Est en Ouest, ont obligé l'eau à trouver un passage vers le Sud ou le Nord. Cette solution est utilisée par la Bienne et la plupart des autres rivières.

- Dans la zone du Grandvaux, cette possibilité a été freinée par la tectonique, en l'occurrence par les étranglements de Leschères et La Landoz qui barrent la route vers le Sud. Un relèvement général vers le Nord a parachevé cette situation ainsi que plus tard les surcreusements et barrages glaciaires.

Une évolution s'amorce pourtant, qui rattachera cette zone au domaine à drainage superficiel ; la Lemme a trouvé un chemin perpendiculaire aux unités tectoniques en profitant du décrochement de Morez, par érosion regressive, elle drainera bientôt une grande partie des eaux du Grandvaux.

CIRCULATIONS SOUTERRAINES

Aucune expérience de coloration n'a été effectuée, du moins positivement, nous en serons donc réduits aux hypothèses :

1°) Bassin du Grandvaux

Les niveaux marneux du Crétacé et du Purbeckien réalisent une étanchéité relative pour la cuvette synclinale. Il existe donc probablement, au niveau du Purbeckien ou des marnes hauteriviennes, un premier collecteur recevant les eaux des lacs et entonnoirs du synclinal. L'écoulement se fait suivant l'abaissement d'axe général vers le Sud-Ouest.

A la faveur du décrochement des Crozets, l'eau peut gagner les couches jurassiques et trouver des voies plus larges que dans les couches crétacées, relativement minces et peu propices au karst. On n'observe en effet aucune résurgence importante dans le Crétacé de cette zone, ce qui ne manquerait pas de se produire si les circulations étaient conservées dans le Valanginien ou l'Hauterivien.

La tradition et d'anciennes expériences (E. Fournier, 1923) admettent que les eaux gagnent la résurgence de l'Enragé au Nord-Ouest de Molinges. Cette résurgence, située à l'altitude 350 soit 500 m plus bas que sa zone d'alimentation, jaillit dans le fond à peu près plat (pendage 15° Est), du synclinal de St-Lupicin.

Il existe cinq ou six exurgences de plus en plus hautes en allant vers l'Ouest, dont la plus basse est la plus régulière, et alimente une petite usine électrique ; la plus à l'Ouest, la plus irrégulière est aussi la plus importante et peut fournir des débits de plusieurs mètres cubes/seconde. Cette dernière, pénétrable sur une centaine de mètres présente des galeries descendantes par lesquelles, de toute évidence, arrive l'eau, ces galeries évoluent rapidement en laminoirs, inaccessibles , développés dans les interbancs. Il semble donc que le réseau principal se développe à proximité de l'axe du synclinal soit sur son bord Est et que les sorties inférieures étant insuffisantes (peut-être sont-elles obstruées par les dépôts glaciaires ou fluvioglaciaires comme à Vouglans), l'eau a cherche son chemin en remontant, suivant le pendage.

Un essai de coloration a été effectuée récemment, mais sans résultat. D'une part, la surveillance n'a pas été très suivie, et la quantité employée (5 Kg) trop faible pour que la coloration se repère à l'oeil nu, à une telle distance (20 km).

Toutefois, en plus des observations de E. Fournier, sur les éclusées de la perte du lac de l'Abbaye, nous pouvons tirer un argument favorable à cette hypothèse dans la présence de nombreux gastropodes lacustres dans le sable déposé autour de la résurgence supérieure de l'Enragé.

2°) Bassin des Prés

- Les infiltrations dans le Jurassique supérieur vers le sommet de l'Argovien, gagent sans doute des résurgences le long de la Bienne. On connait en particulier une source régulière en aval de Valfin.

- Les infiltrations dans le Jurassique moyen du même flanc se dirigent vers le Sud-Est. Les décrochements de Valfin au les Crozets peuvent leur permettre de gagner le bassin souterrain de l'Abbaye-l'Enragé. Cette possibilité est liée à l'empleur que l'on accorde au mouvement chevauchant de l'unité anticlinale sur le synclinal.

- Enfin, les infiltrations le long de la faille des Prés connaissent les mêmes possibilités avec une plus grande probabilité de rejoindre le bassin synclinal puisque ces pertes sont encore plus proches du front chevauchant.

Le torrent de l'Enragé apparait comme la résurgence principale de ce réseau certainement considérable si l'on considère son bassin d'alimentation, toutefois, il est possible qu'il existe d'autres issues, en particulier entre Molinges et Lizon, où la Bienne coule à peu près dans la charnière du synclinal de St-Lupicin.

CINQUIEME PARTIE

ESSAI D'INTERPRETATION MORPHOTECTONIQUE

------oOo------

Nous avons tenté, dans cette interprétation, d'utiliser au maximum les données locales, mais comme bien des incertitudes s'attachent encore à la datation des dépôts tertiaires, nos conclusions constituent une simple proposition.

- L'histoire tectonique de cette région débute véritablement avec le départ de la mer secondaire, soit entre le Turonien dernier terrain rencontré à l'affleurement, et le Maestrichtien connu dans le Jura suisse (O. Reutz, 1936 in D. Aubert, 1943). La fréquence des silex, en rognons de belle taille dans les sédiments oligocènes, permet d'envisager la présence de la mer jusqu'au Sénonien.

- Du Crétacé au Sannoisien, la plateforme jurassienne émergée a probablement vu se former des bassins lacustres tel le bassin initial de Leschères, peut-être localisés dans les cuvettes d'un plissement naissant. Le remplissage des poches de "Sur le Moulin", ainsi que l'abondance des fragments stalagmitiques à Leschères, sont peut-être le témoignage d'un karst éocène.

- Au Stampien nous placerons la première phase tectonique importante, responsable de la discordance des formations de Leschères et "Sur le Moulin", ainsi que de la présence de niveaux conglomératiques de piémont interstratifiés dans la série marneuse d'Angelon. Cette phase semble représentée ici par des plis plutôt que par des cassures, aucune des formations de cet âge n'est localisée en bordure d'une faille.

- Avant la transgression miocène peut se placer une phase tectonique mineure, responsable des modifications structurales, flexures ou simple inclinaison du synclinal vers le Sud, qui ont permis la conservation de l'Albien, Cénomanien et Oligocène de Leschères.

- La transgression miocène s'effectue alors, érodant la plupart des remplissages oligocènes. Venant de l'Est la mer semble s'être peu étendue au delà de notre secteur. D'une part, il

n'existe pas, à l'Ouest, d'affleurements de molasse, d'autre part, les conglomérats des Bez et de la Ferté indiquent un rivage tout proche, ils sont en effet surtout constitués d'éléments autochtones (silex et calcaires jurassiques) alors que les couches fines possèdent un contenu minéralogique essentiellement allochtones d'origine alpine.

- A l'amorce des mouvements antépontiens, la mer se retire définitivement en laissant quelques sequelles lacustres représentées par le calcaire crayeux de l'Abbaye. Faute de pouvoir dater les surfaces d'érosion, il ne nous a pas été possible de distinguer dans la tectonique postmiocène, les phases classiques anté et postpontiennes. On peut toutefois déceler également deux phases : Pendant la première les synclinaux sont comprimés, le Crétacé se plisse dysharmoniquement, et au maximum de poussée naissent les chevauchements puis les décrochements. A cette phase succède une période d'aplanissement où s'élabore la surface de la haute chaine, et, une seconde phase a pour conséquence de la surélever par jeu des failles bordières des Crozets à Chaux du Dombief et les Planches. Cette élévation atteint son maximum à l'emplacement des chainons internes, enfin, des rejeux locaux tendent à affaisser les synclinaux par rapport aux anticlinaux, dissociant la surface principale en surface des sommets et surface des vaux.

- Le Pliocène et le Quaternaire attaqueront successivement cette plateforme par dégagements structuraux et érosion fluviale, localisés surtout dans les zones synclinales, tandis que les anticlinaux sont affectés à peu près uniquement par l'érosion karstique.

C O N C L U S I O N

----oOo----

Cette étude nous a donc permis, outre la réalisation d'une carte géologique détaillée, de reconnaitre une série stratigraphique presque complète du Bajocien au Miocène.

- D'apporter de nouveaux éléments à l'histoire tertiaire du Jura par la découverte de formations oligocènes et de nouveaux affleurements molassiques dans une position tectonique intéressante.

- De proposer une interprétation de la tectonique particulière de cette région.

- De déceler quelques éléments d'une surface d'érosion que nous avons tenté d'intégrer dans l'histoire géologique régionale.

- Enfin, d'effectuer un certain nombre d'observations sur l'hydrologie et la morphologie glaciaire.

B I B L I O G R A P H I E

------oOo------

AUBERT D. - 1932 - Un niveau à E. virgula à la vallée de Joux. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat., vol. 57, n° 229, p.477.

- - 1934 - La limite Séquanien-Kimméridgien dans la chaine du Mont-Tendre. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. vol. 58, n° 235.

- - 1943 - Monographie géologique de la vallée de Joux. Thèse, Berne.

- - 1947 - Rapports entre les faciès des terrains secondaires et les plissements jurassiens. Bull. Lab. Geol. Lausanne, n° 84, pp. 1-28.

- - 1949 - Nouvelles observations sur le niveau à E. virgula dans le Jura. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. vol. 64, n° 275, p. 361.

- - 1959 - Le décrochement de Pontarlier et l'orogenèse du Jura. Mem. Soc. Vaud. Sc. Nat., n° 76, vol. 12. fasc. 4.

BAUMBERGER E. - 1927 - Die stampischen Bildungen der Nordestschweiz... Ecl. geol. Helv. vol. XX, n° 4.

BENOIT M. - 1879 - Extension du Purbeckien dans le Jura. Bull. Soc. Géol. Fr., 3e série, t. VII.

- - 1859 - Note sur la molasse du département de l'Ain. Bull. Soc. Géol. Fr., t. XVI, p. 369.

- - 1860 - Note sur les terrains tertiaires entre le Jura et les Alpes. Bull. Soc. Géol. Fr. t.XVII, p. 387.

BERSIER A. - 1937 - Les oolites noires du récif de Valfin et leur genèse. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. vol. 59, n° 244.

BERTRAND M. - 1883 - Le Jurassique supérieur et les niveaux coralliens entre Gray et St-Claude. Bull. Soc. Géol. Fr., 3e série, t. XI, p. 164.

BOURGEAT E. (Abbé) - 1883 - Note sur le Jurassique supérieur des environs de St-Claude. Bull. Soc. Géol. Fr. t. XI, p. 586.

- - 1884 - Sur quelques lambeaux nouveaux de Cénomanien dans le Jura. Bull. Soc. Géol. Fr., t. XII, pp. 311-321.

- - 1885 - Observations sur l'oolite virgulienne vers Arinthod et St-Julien. Bull. Soc. Géol. Fr., t. XIV, pp. 437-560.

- - 1885 - Note sur le Néocomien du Haut-Jura français. Ann. Soc. Sc. de Bruxelles, t. IX.

- - 1885 - Observations sur le Jurassique supérieur entre St-Claude et Nantua. Bull. Soc. Géol. Fr. 3e série, t. XIII, p. 587.

- - 1885 - Compte-rendu de l'excursion de Champagnole à St-Laurent et Morez. Bull. Soc. Géol. Fr., t. XIII, p. 773.

- - 1886 - Note sur E. virgula. Bull. Soc. Géol. Fr. 3e série, t. XV, p. 198.

- - 1887 - Recherches sur les formations coralligènes du Jura méridional. Thèse, J. Lefort, Lille.

- - 1895 - Observations nouvelles sur les lapiez, le Glaciaire et la molasse du Jura. Bull. Soc. Géol. Fr., 3e série, t. XXIII, p. 414.

CAIRE A. - 1951 - Les rapports entre Oxfordien, Argovien et Glypticien dans le Jura salinois. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 55, p. 156.

- - 1963 - Problèmes de tectonique et de morphologie jurassiennes. Livre à la mémoire du Professeur P. Fallot, t. II, pp. 105-158.

CAROZZI A. - 1953 - Pétrographie des roches sédimentaires.

- - 1955 - Dasycladacées du Jurassique supérieur du Bassin de Genève. Ecl. Geol. Helv., vol. 48, n°1.

CARPENTIERA. - 1950 - Observations sur le Purbeckien de La Mouille. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., p. 170.

CHABOT G. - 1927 - Les plateaux du Jura central. Thèse, Fac. Lettres, Strasbourg, fasc. 41.

CHAUVE P. - 1959 - Le Tertiaire du Bief des Lavaux et ses relations avec la tectonique du Jura. BuLL. Soc. Géol. France, 7e série, t. 1, n° 6.

- - 1959 - Bibliographie géologique du Jura français. Ann. Sc. Univer. Besançon, 2e série, fasc. 9.

CHOFFAT P. - 1878 - Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien dans le Jura occidental et le Jura méridional. Ex. Mem. Soc. Emul. Doubs, 5e S., t. III.

- - 1885 - Note sur les niveaux coralliens dans le Jura. Bull. Soc. Géol. Fr., 3e série, t. XIII, p. 869.

- - 1890 - Le Tertiaire de Fort du Plasne. Declume, Lons-le-Saunier.

COQUAND A. - 1858 - Sur la craie blanche dans le Jura. Bull. Soc. Geol. Fr., 2e série, t. XV, p. 577.

DACHASEAUX C. - 1941 - Répartition de la faune du récif de Valfin. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., p. 13.

DOLLFUSS G. - 1887 - Quelques nouveaux gisements de terrains tertiaires dans le Jura, près de Pontarlier. Bull. Soc. Géol. Fr., 3e série, t. XV, p. 179.

DONZE P. - 1958 - Les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans le Jura français, et sur les pourtours de la fosse vocontienne. Thèse, Lyon.

DREYFUSS M. - 1951 - Les lacunes du Callovien et de l'Oxfordien seraient-elles dues à des courants de marée. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., p. 98.

- - 1954 - Le Jura dans les mers du Jurassique supérieur. Mem. Soc. Géol. Fr., n° 69.

- - 1926 - Contribution à l'étude de l'Oligocène inférieur de la Haute-Saône. Bull. Soc. Géol. Fr. 4e série, t. XXVI, pp. 351-369.

- - 1932 - Les sables verts du synclinal de Lains, Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 41, pp. 89-90

DREYFUSS M. - 1933 - Etude micrographique de la craie de Lains. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., pp. 154-156.

DUBOIS M. - 1959 - Le Jura méridional. Etude morphologique. Thèse, Paris.

DUPLAIX S. et GUILLAUME S. - 1962 - Etude de quelques formations détritiques du Crétacé moyen du Jura. Bull. Soc. Geol. Fr. (7) IV, pp. 311-321.

- - - 1962 - Etude stratigraphique et minéralogique de formations tertiaires du Jura. Rev. Géog. Phys. Géol. Dyna. (2), V, n°1, p.3754.

ETALLON A. - 1857 - Esquisse d'une description géologique du Haut-Jura, en particulier des environs de St-Claude. Ann. Sc. Phys. et Nat. Soc. Imp. d'Agriculture, Lyon, 3e série, t. I.

- - 1862 - Etudes paléontologiques sur le Haut-Jura Mem. Soc. Emul. Doubs, 3e série, t. VI.

FAVRE J. - 1911 - Description géologique des environs du Locle et de la Chaux de Fonds. Thèse, Lausanne. Ecl. Helv. vol. XI, n° 4.

FOURNIER E. - 1903 - Les terrains glaciaires. Bull. Soc. Géol. Fr., n° 105, t. 16, pp. 42-44.

- - 1923 - Grottes et rivières souterraines, Besançon

- - 1923 - Les gouffres. Besançon.

- - 1924 - La recherche et le captage des eaux potables en Franche-Comté. Pontarlier.

- - 1926 - Les eaux souterraines. Besançon.

FRANCOIS S. - 1954 - Etude géologique de la région du Lac de St-Point. D.E.S. Besançon.

- - 1958 - Etude stratigraphique et tectonique de
et A. GUILLAUME la région de Foncine (Jura). Bull. Soc. Géol. Fr., n° 257, t. 56, pp. 107-114.

GUILLAUME S. - 1959 - Données nouvelles sur la stratigraphie du Crétacé de la région de Lains. Bull. Soc. Géol. Fr., 7e série, t. 1, n° 8, p. 862.

- - 1960 - Quelques exemples de dysharmonies dans le Crétacé inférieur et à la limite Jurassique-Crétacé. Bull. Soc. C. Géol. Fr., n° 264, t. 56. pp. 65-72.

GUILLAUME A. - 1959 - Sur le niveau à E. virgula dans la région de Champagnole-Morez. C.R. Som. Soc. Géol. Fr. pp. 87-88.

- - 1960 - Contribution à l'étude géologique de la région de Champagnole. Thèse 3e cycle, Paris.

- - 1961 - Relations et évolution morphotectonique des plateaux centraux et de la haute chaîne du Jura, dans la région Champagnole-Morez. Rev. Géog. Physi. Géol. Dyna., vol. VI, fasc. 2, pp. 103-114.

- - 1962 - Répartition des microfossiles dans les séries calcaires du Jurassique supérieur de la région Champagnole-Morez. Colloque de Luxembourg. Inst. Grand Ducal, section des Sc. Nat. Phys. et Math.

GUILLAUME S. et A. et MATTAUER M. - 1960 - Observations sur le Jurassique supérieur de la région de Champagnole. Bull. Soc. G. Géol. Fr., n° 261, t. LVII, p. 74.

HANDEL I. - 1948 - Etude géologique à l'Ouest de Morez. Diplôme I.F.P., Besançon.

JACCARD A. - 1884 - Le Purbeckien du Jura. Arch. des Sc. Phys. et Nat., 3e série, t. II, n° 5.

LEFAVRAIS-RAYMOND A. - 1958 - Contribution à l'étude géologique de la Bresse d'après les sondages profonds. Thèse, Fac. Sc., Paris.

DE LORIOL P. - 1888 - Les couches coralligènes de Valfin. Mem. Soc. Pal. Suisse, vol. XII-XV. (Préface E. Bourgeat).

MACAR P. - 1946 - Principes de géomorphologie normale. Liège.

MAILLARD G. - 1884 - Etude de l'étage Purbeckien dans le Jura. Zürich.

- - 1884 - Invertébrés du Purbeckien du Jura. Mem. Soc. pal. Suisse, vol. XI, p. 13.

MATHIEU G. - 1949 - Le charriage des Crozets au Nord-Est de St-Claude. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., 5e série, t.19, p. 206.

MATTAUER M. - 1958 - Présence de brèches à cailloux noirs et de calcaires lacustres dans le Kimméridgien du Jura central. C.R. Som. Soc. Géol. Fr.; t. VIII, p. 47.

MATTAUER M. et ROLLET M. - 1959 - Remarques sur un banc bréchique à cailloux noirs dans le Kimméridgien du Jura central. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., fasc. 1, p. 21.

MUSSILLON C. - 1962 - Etude géologique de la région de Syam (Jura). Thèse 3e cycle, Besançon.

PIERÇON M. - 1932 - Le Miocène marin de la Haute-chaine du Jura. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 41; pp. 54-85.

PROTCHE G. - 1962 - Etude géologique de la région de l'Hopital-du Grosbois - St-Juan (Doubs). Thèse 3e cycle, Besançon.

RAVEN Th. - 1932 - Etude géologique de la région Morez - Les Rousses. Thèse, Lyon.

RELIN J. - 1948 - Etude géologique de la région de St-Laurent. Diplôme I.F.P., Besançon.

REUTZ O. - 1936 - Uber ein Maestrichtien-Cenomanien Vorkommen, bei Alfermee am Biedersee. Ecl. Geol. Helv. vol. 29, pp. 545-566.

TRICART J. - 1954 - Dépôts quaternaires de la région des chaines, feuille de Pontarlier au 1/50.000. Bull. Soc. C. Géol. Fr., t. LII, n° 241, pp. 123-136.

- - 195 - Formations détritiques quaternaires du Val de Pontarlier . Bull. Soc. Géol. C. Fr. t. 50, n° 237, pp. 133-149.

- - 1956 - Les formations quaternaires de la feuille de Mouthe au 1/50.000. Bull. Soc. C. Géol. Fr. t. 55, n° 252, fasc. B, pp. 2-16.

TRICART J., AVENARD J.M. et PONGI C. etc... - 1960 - Aperçu sur les formations quaternaires des feuilles de St-Claude et Moirans au 1/50.000. Bull. Soc. C. Géol. Fr., t. 58, n° 264, pp. 73-97.

AVENARD et CAILLEUX A. - 1962 - Traité de géomorphologie, t.III, Le modelé glaciaire et nival, Paris.

VERNET J.P. - 1958 - Les minéraux lourds d'une série chattienne de la molasse du plateau suisse. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat., vol. 67, fasc. 2.

VINCIENNE H. - 1950 - Sur les plis jurassiens à l'Ouest de St-Claude, C.R. Ac. Sc., t. 230, pp. 558-560.

WEGMAN E. - 1963 - Le Jura plissé dans la perspective des études sur le comportement des socles. Livre à la mémoire du Professeur P. Fallot, t. II.

INDEX DES LIEUX CITES

----oOo-----

	x	y
Abbaye en Grandvaux	875	177
Angelon	869	167,4
Avignon (Mtgne d')	869	162
Bois de Ban	871,5	169,5
Bois de Banc	878,5	183,5
Bellefontaine	886	180
Les Bez	873,1	176
Bonlieu	869,5	184
Les Bouvets d'Amont	874	179,3
Les Bouvets d'Aval	873,6	178,7
Les Bouviers	873,7	176,8
Les Brenets	872,3	175,2
Les Buclets d'Aval	880,2	176,6
La Cantine	878,2	174,3
Le Mt Chabot	870,5	158
Les Champs de Bienne	872,5	167
Chassal	865,5	156,7
Chateau des Prés	871	173
Chatel de Joux	865,2	175,6
La Chaumusse	876	182,7
Chaux des Prés	871	174
Chaux du Dombief	873	184,5
Les Chauvins	874,6	178
Bois de Chinceval	879	171,5
Choux	865	150,5
Le Coin d'Amont	877,5	182
Le Coin d'Aval	878,4	185,8
Combe du Lezay	878	177,8
Les Combettes	878,5	181,5
Le Crêt Pourri	873,7	162
Le Crêt du Surmontant	868	158
La Croix du Herre	874,3	179,8
Les Dadonins	875,3	181,7
L'Enfa	877,3	180,2
L'Enragé	864	157
L'Essard	872	158,5
Les Fans	868,9	173,2
La Favière	879,5	182,5
La Ferme de la Frâce	879,5	185
La Ferté	875,4	173,2
Fort du Plasne	879,5	186,3
La Foulane (Rau)	871	166
Les Frasses	875,5	174,7
Grange Dijon	871	173
Grange Magnin	879,3	184,4
Les Jeannez	876	179,4
Les Jouras	877	182,5
La Landoz (Granges de la)	868,6	169,7
Leschères	868	167,3
Les Lidoux	869,2	165,7
Chez Maillet	877,5	185,8
Maison Romanet	880,2	176,3
Le Marechet	882	186,5
Les Martins	879,4	183,4
Molinges	864	156,4
Montbrillant	873	158
Montepile	874,7	158
La Mouille	879,5	173,5
Le Moulin Morey	870n7	174,4
Vers Les Moulins	878,6	183,6
Les Mouillés	877,6	173,8
Les Mussillons	875,5	178,4
Noirecombe	872,3	166,9
Le Pautel	867,5	166,2
Les Perrets	872,8	175,5
Pissevieille	873,2	167,7
Les Poncets	875,9	180,2
Le Pont du Saillard	881,7	177,1

Le Pontet	873,5	161,3
Ponthoux	867	161
Prenovel	869	174
Les Prés de la Rixouse	871	170
Les Prés de Valfin	869,3	168,3
Les Rivons	868,7	168,9
La Rixouse	872,5	169,3
Les Rochats	877,3	181
Roche Blanche	872,7	167,8
Roche au Dade	882,2	176
Lac Des Rouges Truites	881	185,3

Le Saillet	877,7	183
Salave	876,3	181
Les Saumoires	869	166
La Savine (Col)	881	180,3
Sur la Côte	869,9	167,1
Sur le Moulin	873,8	175,5
Tancua	879,3	175,7
Les Thevenins	880,3	185
Valfin-les-St-Claude	870,3	165,8
Villard-sur-Bienne	873,4	170,2
Vichaumois	868	166,3

TABLE DES PLANCHES

------oOo------

	Planches
Plan de situation au 1/100.000.....	I
Profil stratigraphique.....	II à V
Le Tertiaire de la région de St-Laurent.....	VI
Coupe et plan de la perte du lac de l'Abbaye.....	VII
Carte géologique au 1/50.000.....	VIII - IX
Esquisse tectonique au 1/100.000.....	X
Coupes tectoniques au 1/20.000.....	XI - XII
Esquisse morphologique au 1/100.000.....	XIII
Hydrologie de la région de St-Laurent au 1/100.000.....	XIV

Un dossier, déposé au Laboratoire de Géologie de l'Institut des Sciences Naturelles de Besançon, comprend en outre :

- 1 carte géologique au 1/20.000 (original)..... I
- 1 planche de coupes transversales sériées au 1/20.000. II
- 1 carte structurale générale au 1/20.000..... III
- 1 carte structurale du synclinorium au 1/20.000..... IV

TABLE DES MATIERES

----oOo----

Pages

INTRODUCTION..... 1

1re Partie - STRATIGRAPHIE..... 2

I - Jurassique moyen..... 2

II - Jurassique supérieur..... 5

- Callovien..... 5
- Oxfordien..... 6
- Argovien..... 7
- Séquanien - Kimméridgien - Portlandien..... 24
- Purbeckien..... 35

III - Crétacé..... 40

- Valanginien..... 40
- Hauterivien - Barrémien - Urgonien..... 48
- Albien..... 51
- Cénomanien..... 53

IV - Oligocène..... 54

V - Miocène..... 65

VI - Formations glaciaires..... 71

2e Partie - DESCRIPTION STRUCTURALE..... 77

- Synclinal de la Bienne..... 78
- Zone anticlinale de Château-des-Prés..... 80
- Synclinorium du Grandvaux..... 82
- Remarques tectoniques..... 88

3e Partie - DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE..... 91

- Plateau de la Joux Devant..... 91
- Vallée de la Bienne..... 92
- Vallée du Grandvaux..... 93
- Surfaces d'érosion..... 94

PROFIL STRATIGRAPHIQUE

Région de Saint-Laurent (Jura)

: Sables.
: Marnes sableuses.
: Marnes ou argiles.
: Grès.
: Brèche.
: Conglomérat.
: Conglomérat gréseux.
: Calcaire crayeux.

: Cargneule.
: Calc. fins.
: C. sublitograph.
: Plaquettes calcaires.
: Calc. dolomit.
: Dolomie tendre.
: Plaquettes dolomit.

: Brachiopodes.
: Lamellibranches.
: Rudistes.
: Gastropodes.
: Entroques.
: Characés.
: Cailloux noirs CN
: Oolites.

o : Gravelles.
: Mamies.
: Vaginelles.
* : Foraminifères.
: Algues.
••• : Points blancs ou roux

Échelle : 1/1.000 ᵉ

ÉTAGES	ÉPAIS.	FIGURÉS	DESCRIPTION	Échant.	OBSERVATIONS
MIOCENE	10 m. ?		Calc. lacustre. Marnes blanches. Sables verts. Molasse gréseuse. Molasse calcaire. Conglomérat		Coupe synthétique
OLIGOCENE ?	?		Marnes gréseuses. Conglomérat. Grès. Marnes gréseuses.		Angelon
CENOMANIEN	15.20 m.		Craie marneuse. (Spicules, laganidés, Globigerines)	T1 à T10	Vichaumois
ALBIEN			Argiles noires et vertes. Sables verts.		Leschéres
URGONIEN	30 à 50 m.		Calc. crayeux. Brachiopodes, calc. brachiqua violacé à Rudistes. Calcaires cristallins et gravaleux Milioles.	M 39 à M 30	Coupe "Sur le Moulin."
BARREMIEN	30 m.			M 30 M 14	

pl. IV

Route
Taneua
- las Frasses

+1

KIMMERIDGIEN — 130 m.

F E. virgula Pseudocyclamina gl cn Algues

160
155
148
145-146
141-144
138-141

Clyp., Vag., Foram.

126-137

Route
"L'Abbaye -
Chateau des Prés"

éch. J1 à J167

Points noirs ou verts

107
103
98

?

94

Miliolas
F Niveaux. Ptérocères.

85

SÉQUANIEN — 120 m.

72
71

?

63
59-61

?

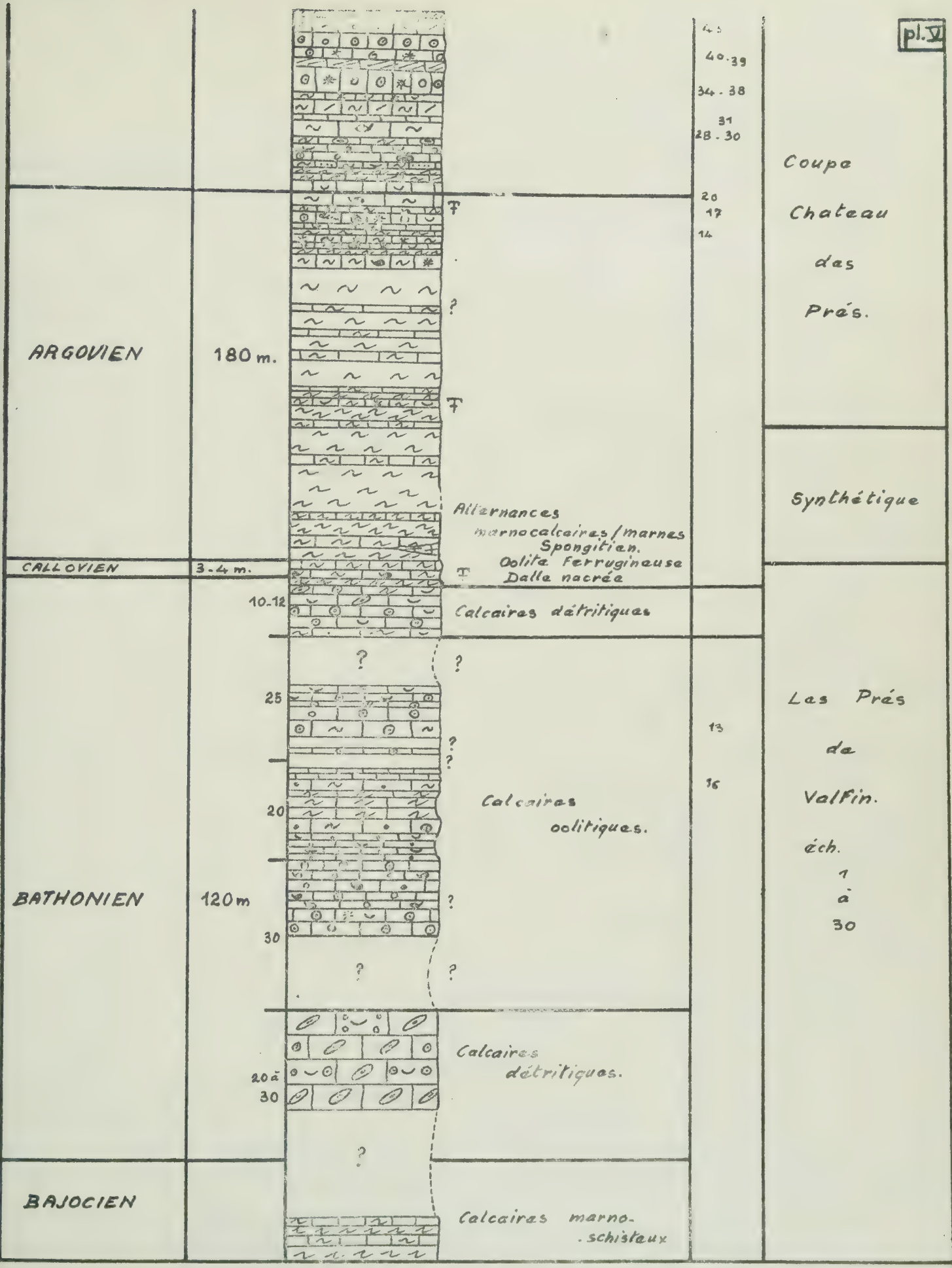
53

45-46

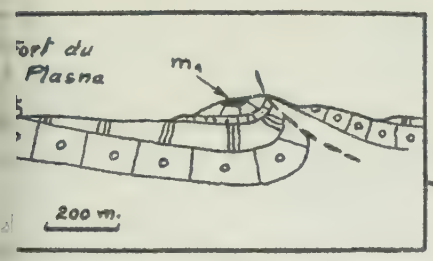
?

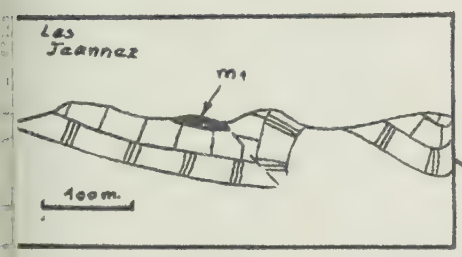
44

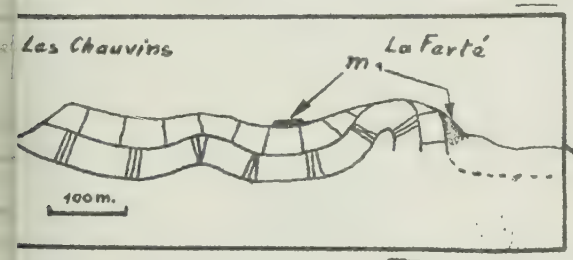
pl. V

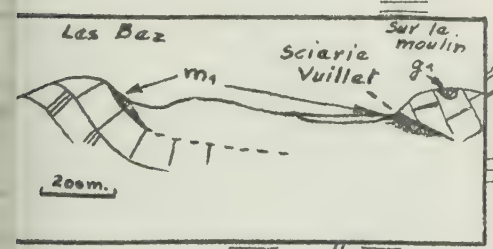

ARGOVIEN
180 m.
CALLOVIEN
3-4 m.
BATHONIEN
120 m
BAJOCIEN
Alternances
marnocalcaires / marnes
Spongitien.
Oolite ferrugineuse
Dalle nacrée
Calcaires détritiques
Calcaires oolitiques.
Calcaires détritiques.
Calcaires marno-schisteux
10-12
25
20
30
20 à 30
43
40-39
34-38
31
28-30
20
17
14
13
16
Coupe Chateau des Prés.
Synthétique
Les Prés de Valfin.
éch. 1 à 30

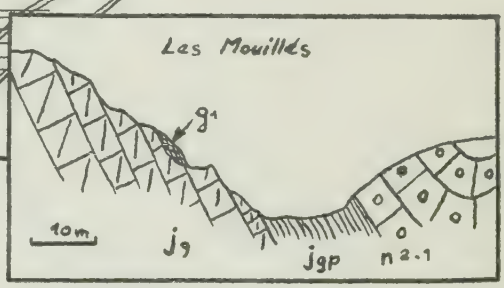
Les gisements tertiaires de la région de St Laurent

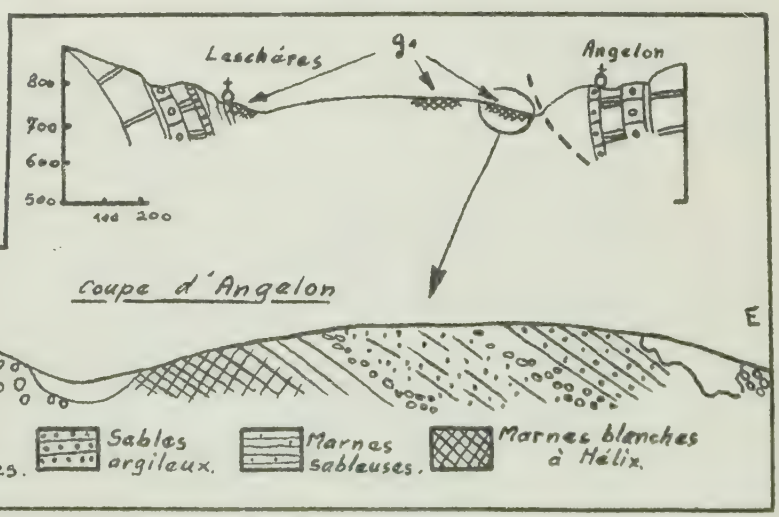












Fort du Plasne

St Laurent

L'Abbaye

Morbier

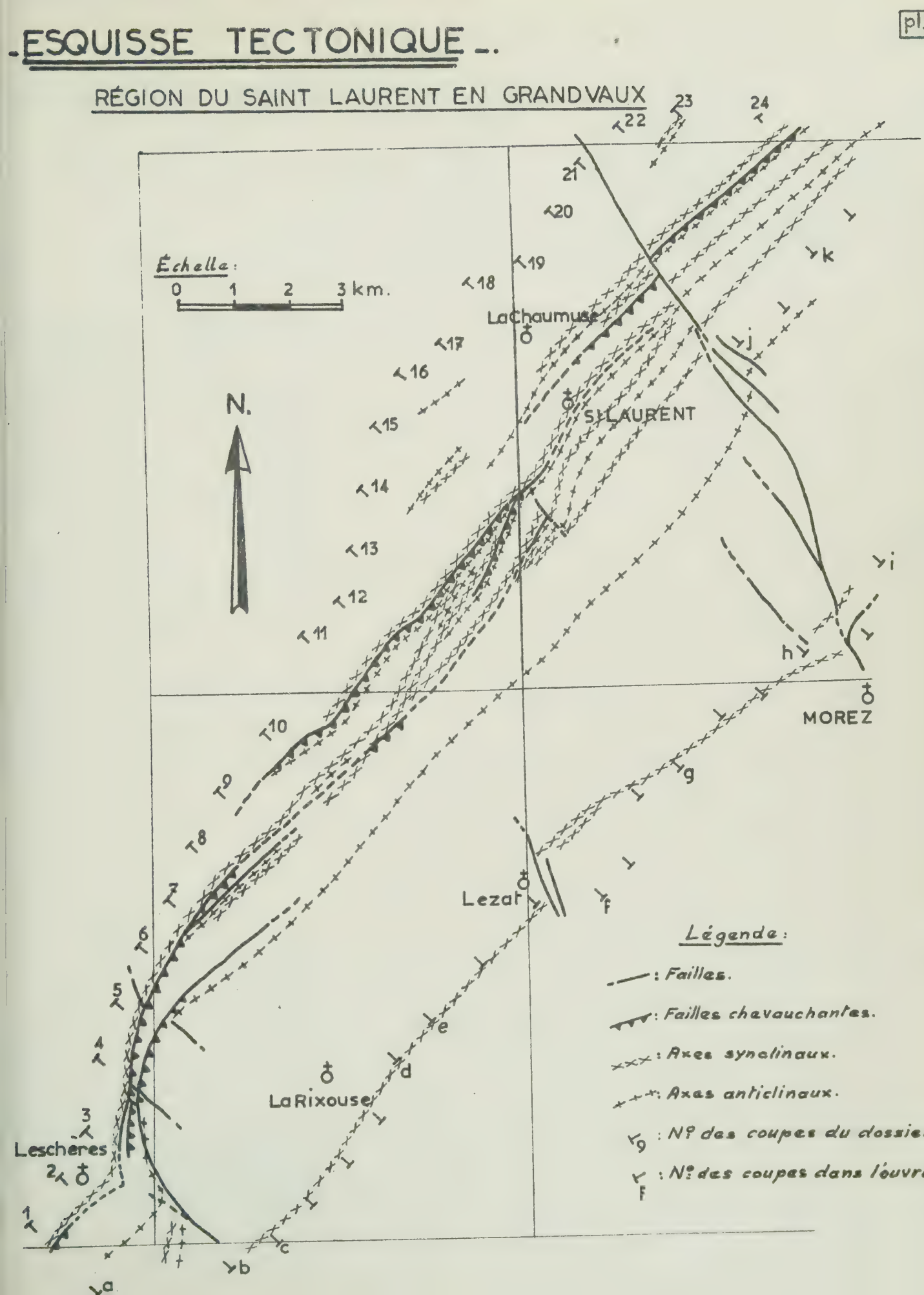
Chateau des Prés

La Rixouse

Lescheres

ESQUISSE TECTONIQUE

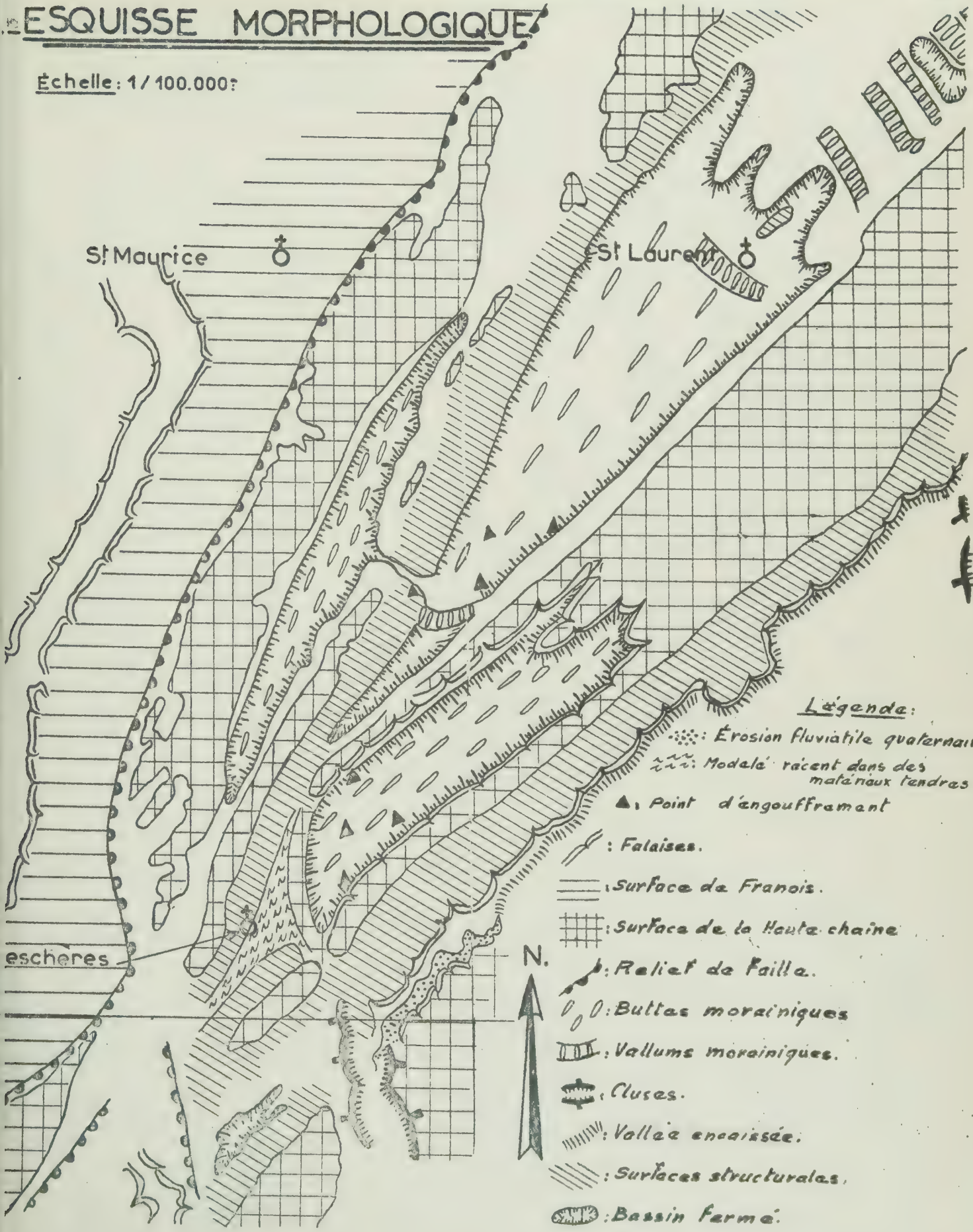
RÉGION DU SAINT LAURENT EN GRANDVAUX



-Région de Saint Laurent-

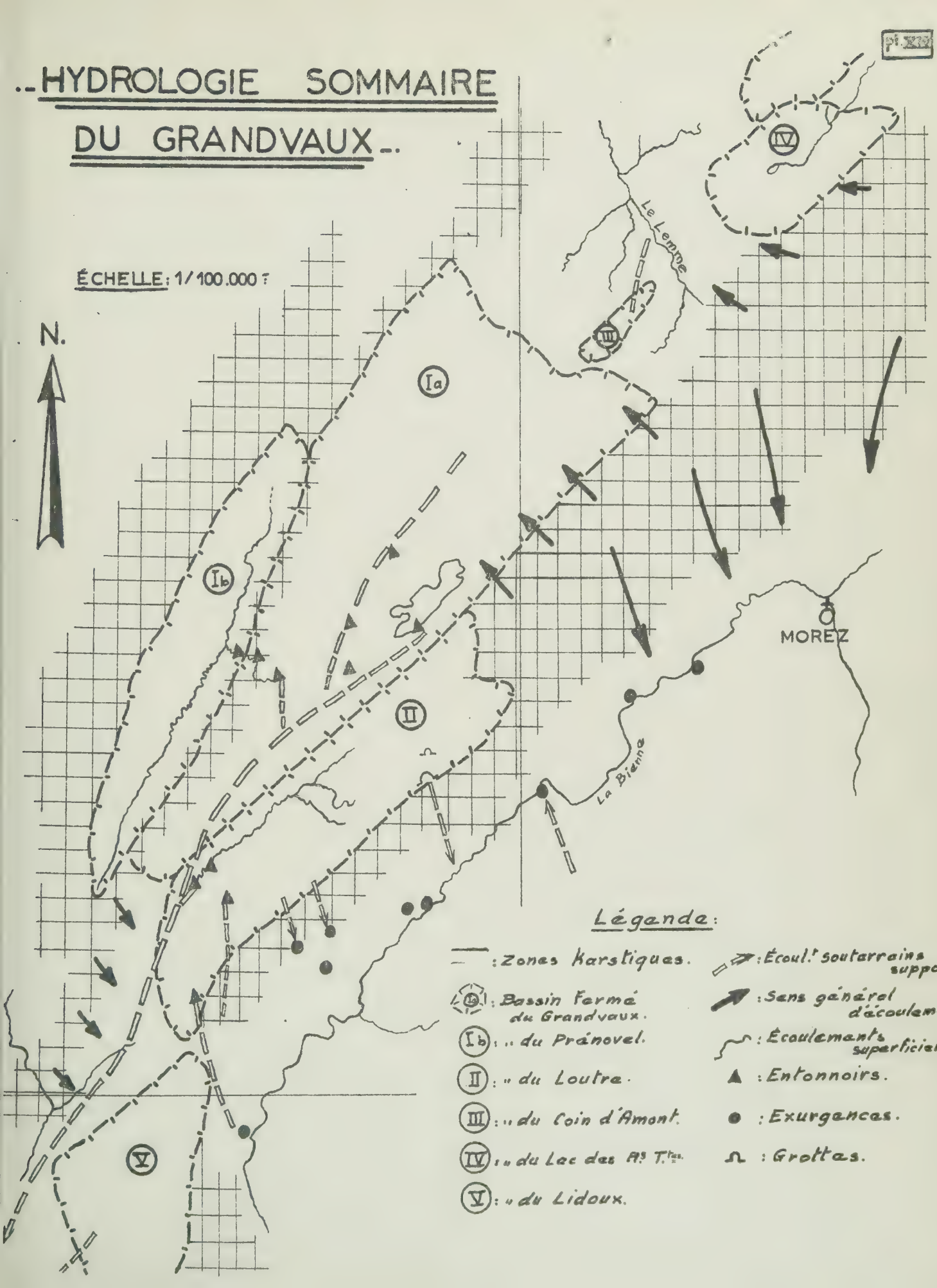
ESQUISSE MORPHOLOGIQUE

Échelle: 1/100.000?



HYDROLOGIE SOMMAIRE DU GRANDVAUX

ÉCHELLE: 1/100.000 e



Légende:

- Zones karstiques.
- Ia : Bassin fermé du Grandvaux.
- Ib : " du Prénovel.
- II : " du Loutre.
- III : " du Coin d'Amont.
- IV : " du Lac des Aᵉˢ Tᵉˢ.
- V : " du Lidoux.
- Écoulᵗ souterrains suppos.
- Sens général d'écoulement
- Écoulements superficiels.
- Entonnoirs.
- Exurgences.
- Grottes.